



## **Proyecto Final**

**Carrera: Ingeniería Industrial**

**Profesores: Ing. Mario Ferreyra  
Ing. Guillermo Bonifacini**

**Alumnos: Cuestas Rodrigo  
Riquelme Lucas  
Villegas Heber**

**Fecha de entrega: 06/09/18**

**Observaciones:**

# Índice

Introducción.....	5
Identificación del producto .....	7
Alginato de Sodio. Especificaciones técnicas .....	7
Algas Marinas.....	8
Descripción de algas marinas en general .....	8
Descripción de Macrocyctis Pyrifera .....	9
Distribución y Abundancia .....	10
Ubicación Macrocyctis Pyrifera en Argentina.....	10
Descripción de Macrocyctis Pyrifera como recurso natural.....	11
Disponibilidad de algas.....	11
Sustentabilidad de la cosecha de M. Pyrifera .....	12
Estudio de Mercado.....	13
Usos del Alginato.....	14
Precios del Alginato de Sodio .....	14
Estadísticas .....	15
Mercado Mundial .....	15
Importación Mundial de Ácido Algínico .....	15
Mercado en la Argentina.....	16
Importación Ácido Algínico por Argentina.....	16
Exportación de Ácido Algínico por Argentina .....	18
Proyecciones .....	19
Pronóstico de Importación en Argentina entre 2018 y 2023.....	20
Pronostico de Exportación en Argentina entre 2018 y 2023.....	21
Estrategia de Comercialización .....	23
Empresa .....	23
Producto .....	23
Mercado.....	23
Consumidores.....	24
Visión.....	24
Misión .....	24
Valores .....	24
Localización de planta .....	28
Matriz cualitativa por puntos .....	28
Proceso Productivo de Alginato de Sodio .....	29
Cosecha .....	30
Lavado.....	30
Secado .....	31

UTN

INV. N°  
3487  
4-2-0

UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA  
NACIONAL

BIBLIOTECA

RIO GRANDE

- Reducción del tamaño de la materia prima ..... 31
- Hidratación de las algas ..... 31
- Pre-extracción ácida ..... 32
- Extracción ..... 33
  - Puntos importantes a tener en cuenta en la Extracción ..... 33
- Dilución y filtración ..... 34
- Precipitación del alginato de calcio ..... 35
  - Puntos importantes a tener en cuenta en la Precipitación ..... 36
- Conversión del alginato de calcio en ácido algínico ..... 36
- Prensado ..... 37
- Conversión del ácido algínico en alginato de sodio ..... 37
  - Puntos importantes a tener en cuenta en la conversión ..... 38
- Prensado y Secado ..... 39
- Molienda y Tamizado ..... 39
  - Puntos importantes a tener en cuenta en la Molienda, tamizado y mezclado ..... 40
- Control de calidad ..... 40
- Conclusiones del Proceso ..... 43
- Diagrama de Flujo del Proceso ..... 43
  - Leyendas para el Diagrama de Flujo del Proceso ..... 46
- Maquinaria y Productividad ..... 47
  - Molino de Martillos ..... 47
    - Características Técnicas ..... 47
  - Extrusor de Alginato de Sodio ..... 47
    - Característica Técnicas ..... 48
  - Prensa hidráulica de tornillo para el ácido algínico ..... 48
  - Calentador de la Solución de Carbonato de Sodio ..... 49
    - Característica Técnicas ..... 49
  - Mezclador de Agua ..... 50
    - Característica Técnicas ..... 50
  - Tamiz Vibratorio ..... 50
    - Características Técnicas ..... 51
  - Filtro Malla ..... 51
    - Características Técnicas ..... 51
  - Tanque Acero inoxidable ..... 52
    - Características Técnicas ..... 52
  - Bombas centrífugas ..... 53
    - Características Técnicas ..... 53
  - Secador de bandejas para algas ..... 54
    - Características Técnicas ..... 54

Filtro rotatorio de vacío .....	55
Características Técnicas.....	55
Destilador de agua.....	56
Características Técnicas .....	56
Plano de Planta .....	57
Análisis Económico Financiero .....	58
Ingresos Proyectados .....	59
Costos y Gastos de Producción.....	59
Costos Variables.....	59
Costos Anuales de la Materia Prima .....	59
Costos anuales por Agua.....	61
Costos anuales por Electricidad.....	61
Costos fijos .....	61
Costos por servicios.....	62
Costos por sueldos y salarios .....	62
Costos administrativos.....	64
Costo del terreno y obras.....	64
Costo de maquinarias y equipos.....	64
Capital de trabajo.....	66
Inversión inicial .....	66
Flujo de Caja del Proyecto .....	67
Conclusión.....	69
Bibliografía .....	70
ANEXO 1: Legislación .....	72
Legislación Nacional.....	72
Legislación provincial.....	74
Legislación internacional.....	74

## Introducción



*Bosque de algas pardas denominadas Macrocystis Pyrifera*

En Argentina no existe una industria que procese algas marinas para la producción de alginatos, por consiguiente la demanda interna la satisfacen las importaciones en su totalidad. Por esta razón, es factible disminuir esta dependencia a través de una producción limitada de alginatos de calidades medias para fines específicos, implementando las poblaciones de *Macrocystis Pyrifera* ubicadas en las costas argentinas de las provincias costeras e insulares del país.

El objetivo principal es realizar un estudio de factibilidad económica y técnica para la construcción de una planta productora de alginato de sodio a partir de algas pardas *Macrocystis Pyrifera* autóctonas de Argentina para satisfacer un porcentaje particular de la demanda total nacional. Se implementa un estudio técnico para determinar la capacidad de producción y la mejor estrategia de localización de la planta, para realizar un análisis económico financiero constituido por la estimación del costo total, financiamiento del proyecto, costos y gastos de producción y finalmente la ganancia total.

## Identificación del producto

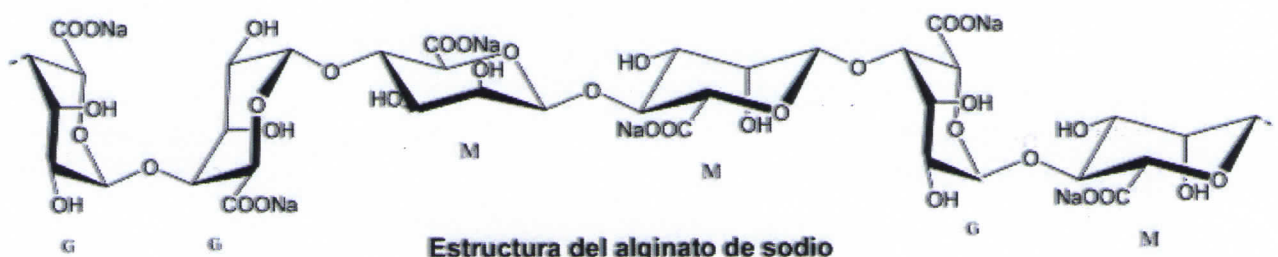
### Alginato de Sodio. Especificaciones técnicas

Es la sal sódica que se obtiene al neutralizar el ácido alginico, un polisacárido de origen natural, producido por diferentes algas marinas, específicamente las algas pardas. Los alginatos son, además, hidrocoloides, es decir que poseen como una de sus propiedades más importantes, la de formar geles instantáneamente, a través de una reacción con sales de calcio. Este producto y sus derivados son inocuos y pueden emplearse en productos comestibles.

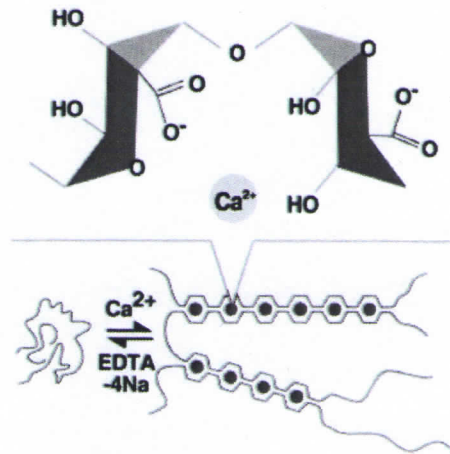
Un hidrocoloide puede formar geles cuando su estructura está formada por una parte capaz de producir una conformación ordenada con posibilidades de acomplejarse con zonas similares de otras moléculas, y otra parte con conformaciones flexibles que unan las zonas rígidas. Entre las sustancias de interés industrial que se pueden obtener de algas marinas se destacan los hidrocoloides formadores de geles, que abarcan los alginatos de algas pardas (Laminariales y Fucales), los carragenanos de algas rojas (Gigartinales y Cryptonemiales) y los agares de algas rojas (Gelidiales y Gracilariales) de todos los cuales existe gran variedad y pueden obtenerse en distintos tipos y calidades.

Un copolímero es un polímero formado por más de una unidad repetitiva. En un copolímero en bloque hay secuencias largas de unidades de cada tipo; un homopolímero en cambio es un polímero formado por secuencias de una sola unidad repetitiva.

Los alginatos son copolímeros lineales, de alto peso molecular formados por unidades de ácido  $\beta$ -D-manurónico (M) y su epímero en C-5, el ácido  $\alpha$ -L-gulurónico (G). Estas dos unidades se encuentran en la cadena como bloques homopoliméricos de M o G separados por secuencias con alto grado de alternancia:



La selectividad por distintos cationes y como consecuencia, la capacidad de formar geles de estos polímeros, está relacionada con el contenido de bloques G. Las secuencias de unidades G forman cavidades que funcionan como sitios de unión para cationes como el  $\text{Ca}^{++}$ , que generan las zonas de unión rígidas en la formación del gel:



*Alginato de calcio*

Esta estructura tridimensional da lugar a la formación de un gel de alta estabilidad térmica y explica el comportamiento diferente de los alginatos de sodio y los de potasio, que son solubles en agua, del de calcio, que es insoluble.

### Características:

- Número C.A.S. 9005-38-3
- Fórmula química  $(C_6H_7NaO_6)_n$
- Peso molecular: 32,000 – 250 000
- Estado físico: polvo fibroso de color variable desde blanco a amarillo o marrón, inodoro o prácticamente inodoro, insípido.
- Grado de polimerización: 100 a 1000 unidades
- Valor de pH de solución acuosa al 1%: 6,0-8,0.
- Viscosidad: En soluciones de 2% a 25°C:
  - Alta 14000 mili Pascal/segundos
  - Media 3500 mili Pascal/segundos
  - Baja 250 mili Pascal/segundos
- Humedad: 10.21%
- Solubilidad: baja solubilidad en agua, formando soluciones viscosas, insoluble en etanol y en éter.

## Algas Marinas

### Descripción de algas marinas en general

Las algas son organismos que se alimentan a partir de sustancias inorgánicas, de manera que para su nutrición no necesitan de otros seres vivos. Realizan la fotosíntesis, produciendo gran cantidad de oxígeno y liberando el exceso al ambiente. Creemos conveniente en esta sección introducir los términos morfológicos para las algas. Es que a diferencia de las plantas quienes cuentan de raíz, tallo y hojas, las algas presentan:

- Rizoides, equivalente a raíz, presente en la base del alga, que le sirve solo para fijarse al lecho marino, no para tomar nutrientes ni agua.
- Estipe, equivalente al tallo.



- Láminas, equivalente a las hojas, que son las partes planas de las algas.

Las algas marinas pueden clasificarse en 11 grupos aunque los expertos destacan 3 de ellos y lo hacen según el color: pardas, rojas, y verdes. La búsqueda de información sobre ellas nos hizo reparar sobre los nombres botánicos empleados, a saber, feofíceas (phaeophyceae), rodófitas (rhodophyta), y clorofíceas (chlorophyta) respectivamente.

En las costas de la región patagónica argentina contamos con los siguientes tipos de algas, según un relevamiento publicado en el año 2004 por unas colaboradoras del CONICET:

ALGAS PRESENTES EN LA PATAGONIA						
Color	Orden	Nombre	Color	Orden	Nombre	
Pardas (Phaeophyceae)	Ectocarpales	Hincksia graculosa	Rojas (Rhodophyceae)	Bangiales	Porphyra columnaris	
		Sphacelaria				Ptilonia macleodiana
	Sphacelariales	Halopteris funicularis			Nemalionales	Talliella intricata
		Cladostephus				Nemalion miltidum
	Dictyosiphonales	Adenocystis utricularis				Nothogeria fastigiata
	Dictyotales	Dictyota dichotoma			Rhodochortales	Coacconema catenulatum
	Chordariales	Ralfsia australis				Camontagnaea oxyclada
		Myriogloia major			Rhodymeniales	Rhodymenia corallina
	Desmarestiales	Desmarestia ligulata				Epymania falklandica
		Scytosiphon lomozaria				Lomontaria clavulosa
	Scyrcsiphonales	Petaloria fasciata				Corallina officinalis
		Colpomenia sinuosa				Corallina mediterranea
		Lessonia yadosa				Bossiella crbigniana
	Laminariales	Macrocystis pyrifera				Corallinales costosas
	Undaria pinnatifida			Hydroithon discoideum		
	Sporochthius pedunculatus			Hydroithon consociatum		
	Durvillea antarctica			Gigartina skottsbergii		
Verdes (Chlorophyceae)		Ulva rigida			Sarcothalia crispata	
		Blidingia minima			Mazzaella aminaroides	
		Capsosiphon fulvescens			Acarthococcus antarcticus	
		Enteromorpha linza			Caenella fusiformis	
		Enteromorpha prolifera			Gymnogongrus griffithsiae	
		Ulvaria oscura				
		Porcursaria porcura				
		Ulothrix fecta				
		Chlorococcales	Coccomyxa parasitica			
		Prasinococcales	Prasinococcus marinus			
			Microstroma undulatum			
			Urospora pericilliformis			
			Sporogoniorpha arctica			
			Sporogoniorpha pacifica			
			Bryopsis australis			
			Bryopsis rizophora			
			Codium fragile			
			Codium vermilara			
		Codium decorticatum				
		Rhizoclonium riparium				
		Chaetomorpha aerea				
		Chaetomorpha linum				
		Cladophora albida				
		Cladophora falklandica				

Fuente: Algas Marinas de la Patagonia - Una guía ilustrada. Alicia L. Boraso. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - CONICET

### Descripción de Macrocystis Pyrifera

Es un alga parda gigante que habita en la costa del Pacífico de América del Norte, desde Baja California hasta Alaska, así como en las costas de los mares del sur, en América del Sur, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda. Habita desde la zona intermareal hasta unos 30 metros de profundidad y puede formar bosques submarinos. Sus ejemplares individuales pueden alcanzar longitudes de 45 metros o más. La fase en la que se le observa normalmente es la del esporófito, que

es perenne y los individuos subsisten por muchos años. Sus hojas son de color castaño verdoso y pueden medir más de medio metro de largo. A lo largo del tallo hay pequeñas vesículas llenas de aire que le sirven de flotadores, y las láminas hacia la superficie del mar, en busca del sol y en constante movimiento, lo cual ayuda en parte a la oxigenación del mar.

## Distribución y Abundancia

En Sudamérica, la explotación de algas productoras de alginatos está restringida a regiones de aguas templadas y frías de las costas de Chile y sur de Argentina. Cinco especies de algas pardas, todas pertenecientes a la familia Lessoniaceae, se recolectan como materia prima para la producción de alginatos (Tabla 2.1.).

**Tabla 2.1. Distribución geopolítica y latitudinal de algas pardas explotadas (\*) como materia prima para la extracción de alginatos en Sudamérica [Argentina (1), Chile (2), Perú (3). Costa del Pacífico (P), Costa del Atlántico (A).]**

Especies	Distribución geopolítica	Distribución latitudinal	Referencia
<i>Lessonia nigrescens</i>	(2*,3)	(P) 17°-56°	Searles, 1978
<i>L. trabeculata</i>	(2*,3)	(P) 14°-40°	Peters & Breeman, 1993 Villouta & Santelices, 1986
<i>L. flavicans</i>	(1*,2)	(P) 50°-56° (A) 47°-56°	Searles, 1978
<i>L. vadosa</i>	(1*,2)	(P) 49°-55° (A) 47°-55°	Searles, 1978
<i>Macrocystis pyrifera</i>	(3) (2*) (1)	(P) 12°-14° 33°-56° (A) 42°-56°	Ramírez & Santelices, 1991 Piriz, 1988
<i>M. integrifolia</i>	(2*,3)	(P) 04°-37°	Ramírez & Santelices, 1991

De las especies anteriormente mencionadas, existen numerosas evaluaciones de biomasa y densidad promedio, sin embargo, en la mayoría no se indica la extensión de las poblaciones. El caso particular de *Macrocystis pyrifera*, el tamaño es el principal impedimento para la medición de biomasa y disponibilidad.

Por lo anterior se ha optado por utilizar métodos indirectos de los que el más utilizado es el de la determinación del peso de las frondas en un área conocida para encontrar un promedio de peso por unidad de área (Kg/m<sup>2</sup>). Conocido este promedio, se multiplica por el área total de explotación, encontrándose así el volumen cosechable.

## Ubicación *Macrocystis Pyrifera* en Argentina.

Se distribuye en Argentina, en forma discontinua, a lo largo de la costa patagónica desde el paralelo 42, hacia el sur, su distribución en Argentina abarca Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego; islas Malvinas e islas Georgias del Sur.

Sus poblaciones forman cordones continuos paralelos a la costa, habitando preferentemente áreas protegidas y semiprotegidas del oleaje. La especie se caracteriza por formar densos bosques con ejemplares que alcanzan fácilmente los 30 metros de longitud. Crecen fijas al sustrato rocoso mediante un rizoide de hasta 40 centímetros de diámetro y 35 centímetros de altura.

## Descripción de *Macrocystis Pyrifera* como recurso natural

En Argentina, la extracción de algas productoras de ácido algínico, principalmente *Macrocystis pyrifera*, se concentra en las Provincias de Chubut y Santa Cruz, quedando sin explotar la provincia de Tierra del Fuego. En estas localidades las algas son recolectadas ocasionalmente en playas expuestas producto de varazones.

Las estadísticas calculadas en Chile reportan valores muy antiguos de biomasa extraída promedio, que son además, bajos ya que no superan las 11 toneladas anuales. A partir de 1990 no se han cosechado algas pardas desde las costas del sur de Argentina, mostrando el colapso y cierre de esta actividad comercial (Tabla 2.3.).

**Tabla 2.3. Recolección de algas productoras de ácido algínico entre 1983 y 1992 (en toneladas con 90% de humedad).**

País Especie	Años									
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
ARGENTINA	957	521	282	40	2	4	6			
Algas pardas										
CHILE	50,838	38,035	29,842	27,090	31,074	60,669	62,723	80,885	40,866	49,377
<i>Lessonia</i> spp	2,020	8,889	4,699	456	1,720	8,517	8,007	8,724	7,578	7,021
<i>Macrocystis</i> spp										
TOTAL CHILE	52,858	46,924	34,541	27,546	32,794	69,186	70,730	89,609	48,444	56,398
TOTAL	53,815	47,445	34,823	27,586	32,796	69,190	70,736	89,609	48,444	56,398

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción de Chile; Anuario FAO, Estadística de Pesca, Captura y Desembarque, 1990.

## Disponibilidad de algas

Ante la falta de datos precisos sobre la biomasa existente de *Macrocystis Pyrifera* se estimarán los valores utilizando las medidas de las costas de la Patagonia.

Según el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) de Bahía Blanca, el litoral rionegrino tiene una longitud de 334 kilómetros; el chubutense, 1.634; el santacruceño, 1.794; y 1.105 el fueguino. Es decir, en total, la Patagonia tiene una longitud de 4.867 kilómetros.

A este valor lo multiplicamos por los 45 metros perpendiculares a la costa que abarcan los bosques de algas, se obtiene entonces 219.015.000 m<sup>2</sup>. Este último valor indica la superficie potencial ocupada por bosques de *Macrocystis Pyrifera*. Dado que las algas solo se reproducen en costas con suelo rocoso, se aplicará un 75% de probabilidad de ocurrencia de éste factor, así entonces la superficie ocupada por algas es 164.261.250 m<sup>2</sup>.

Se estima que el peso específico es  $8,72 \frac{Kg}{m^2}$ . Con este valor se calculó la biomasa total en la Patagonia argentina:

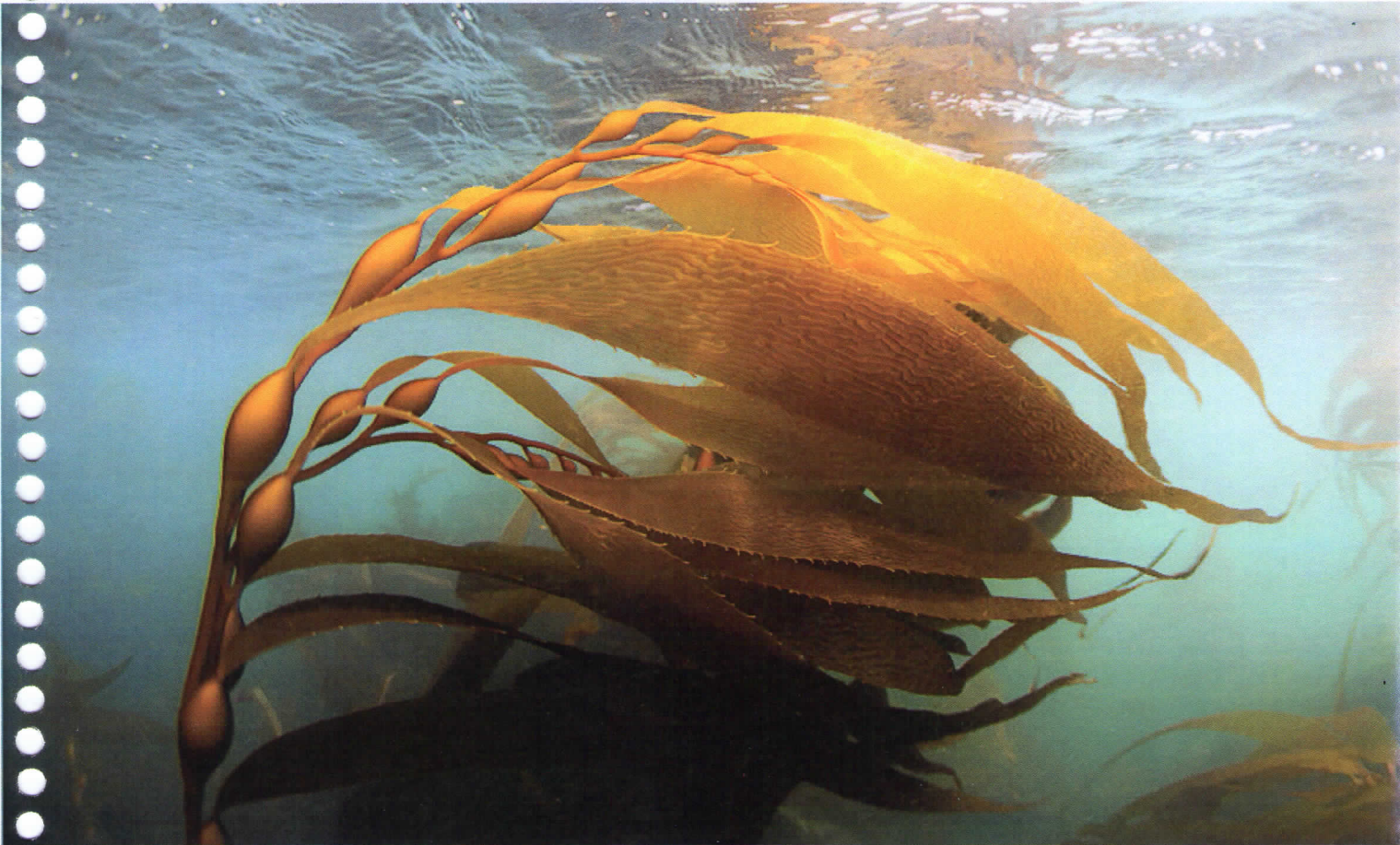
$$Biomasa\ total = 164.261.250 \times 8,72 \frac{Kg}{m^2} = 1.432.358.100\ kilogramos$$

$$Biomasa\ total = 1.432.358,1\ toneladas$$

## **Sustentabilidad de la cosecha de *M. Pyrifera***

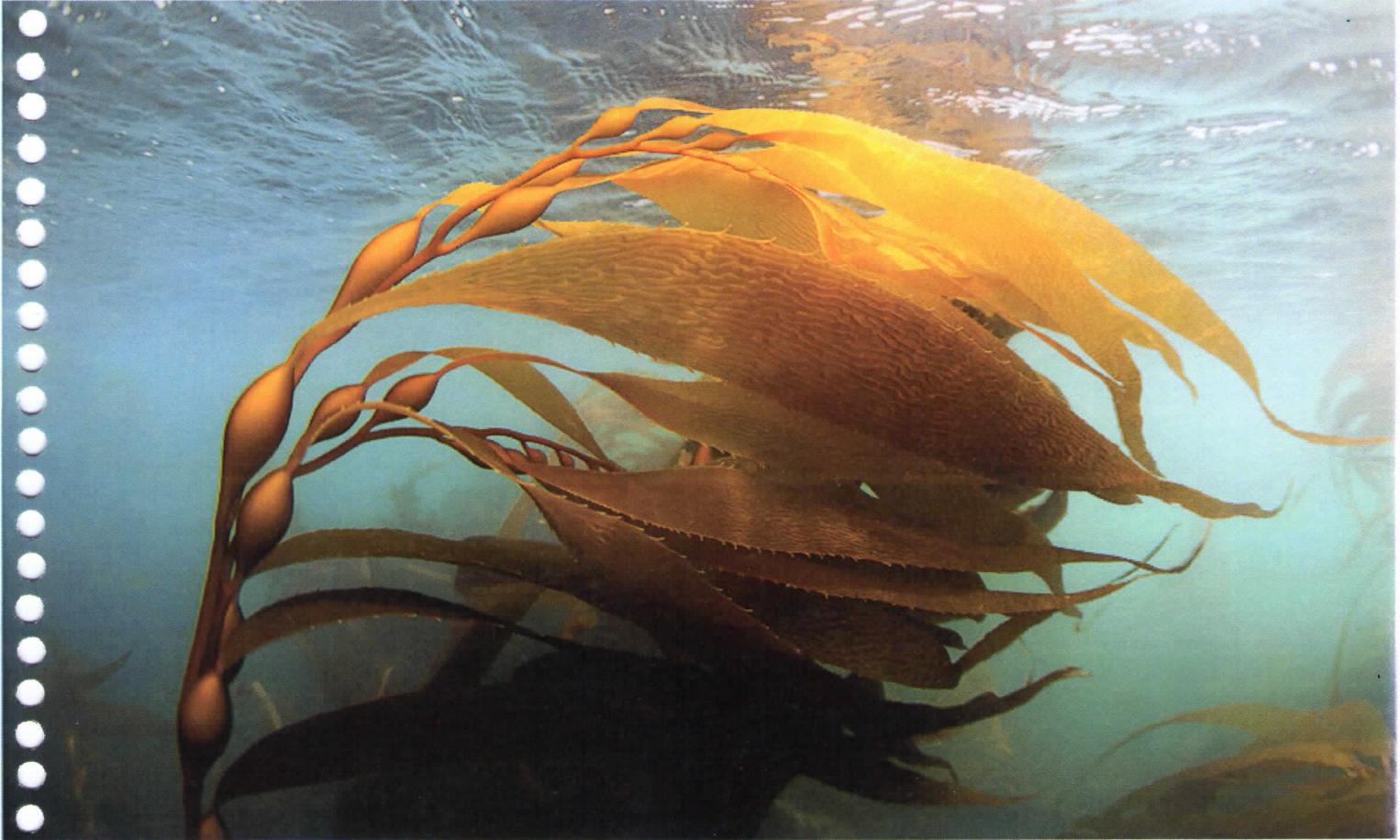
Se han dedicado grandes esfuerzos a la creación de modelos del crecimiento de *M. pyrifera* y de las posibilidades de su cosecha sustentable. Igualmente se han investigado los efectos de los diversos métodos de cosecha del recurso. La cosecha mecanizada desde grandes embarcaciones, tal como se practica en Baja California, solo remueve las frondas hasta una profundidad de 1,2 metros y no afecta los esporófilos ubicados cerca de la base del individuo, encargadas de proveer las esporas para la próxima generación. Dado el hecho de que las frondas individuales pueden llegar a crecer hasta 7 cm diarios, se ha probado que este tipo de cosecha no afecta la estabilidad de los doseles de algas. Experimentos desarrollados en Chile llevaron a la conclusión de que la remoción del dosel causaba un aumento de la presencia de ejemplares juveniles, reduciéndose la distancia media entre ejemplares, es decir, aumentando su densidad.

# Estudio de Mercado



*Algas pardas denominadas Macrocystis Pyrifera*

## Estudio de Mercado



*Algas pardas denominadas Macrocystis Pyrifera*

alguna a nivel nacional y todas las preparaciones usadas son marcas comerciales extranjeras, por lo que no se considera esta rama del uso de alginato.

Por medio de cotizaciones solicitadas a distribuidores de Alginato de Sodio a nivel nacional, se consiguió que el precio de la competencia oscila entre \$3750 y \$2800 en las presentaciones de 1 kilogramo. No se consiguen proveedores nacionales para presentaciones mayores.

Fuera del país, por ejemplo en China, el precio oscila entre 12 y 16 U\$S por kilogramo. Para cantidades mayores, de 500 kilogramos a 1 tonelada, 4 a 7 U\$S por kilogramo. Por otra parte, las sales de cloro que se obtienen como producto secundario del proceso pueden venderse como materia prima para la recuperación de potasio. También, los restos sólidos de las algas pueden servir como materia prima para las industrias de procesamiento de alimentos para animales. Sin embargo, como estas industrias no se han desarrollado en el país, y las ganancias que podrían generar no son comparables con las del alginato, no se tomarán en cuenta para este estudio.

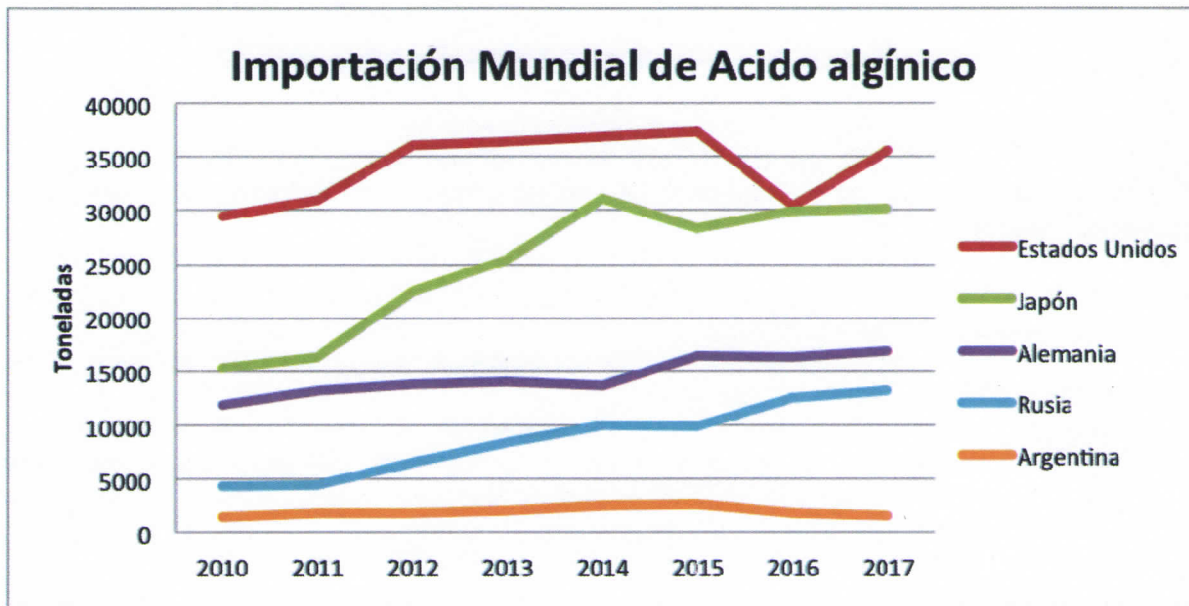
## Estadísticas

### Mercado Mundial

El conocimiento de la estructura y la evolución de los mercados internacionales es un requisito fundamental para cualquier proyecto, así como para las empresas e instituciones relacionadas con el comercio. Es por esto que en este punto se mostrará y analizará el mercado mundial y la participación argentina para el "Ácido Algínico".

### Importación Mundial de Ácido Algínico

Países Importadores	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Cantidad Toneladas							
Estados Unidos	29430	30968	36114	36398	36924	37332	30416	35657
Japón	15296	16428	22415	25408	31073	28363	29904	30199
Alemania	11903	13187	13784	14037	13670	16486	16346	16899
Rusia	4307	4464	6519	8318	9997	9870	12515	13215
Francia	5982	5251	5404	4821	4518	4919	6149	11987
Arabia Saudita	3140	2273	5513	8347	9566	15145	11245	11360
México	7607	8952	9447	11527	12717	12229	11573	10815
Brasil	6136	6244	6628	7738	7715	9221	10017	9064
Indonesia	4208	7085	7339	5784	5594	4968	5389	8935
China	5791	6201	4223	4113	4196	4825	6715	8294
Argentina	1521	1850	1821	2149	2549	2679	1926	1697



Por un lado se puede visualizar en la gráfica que Estados Unidos es el país que mayor cantidad de toneladas de “Ácido Algínico” importa en todos los años. La situación de Japón se destaca por mostrar una actividad de importación en asenso durante todos los períodos.

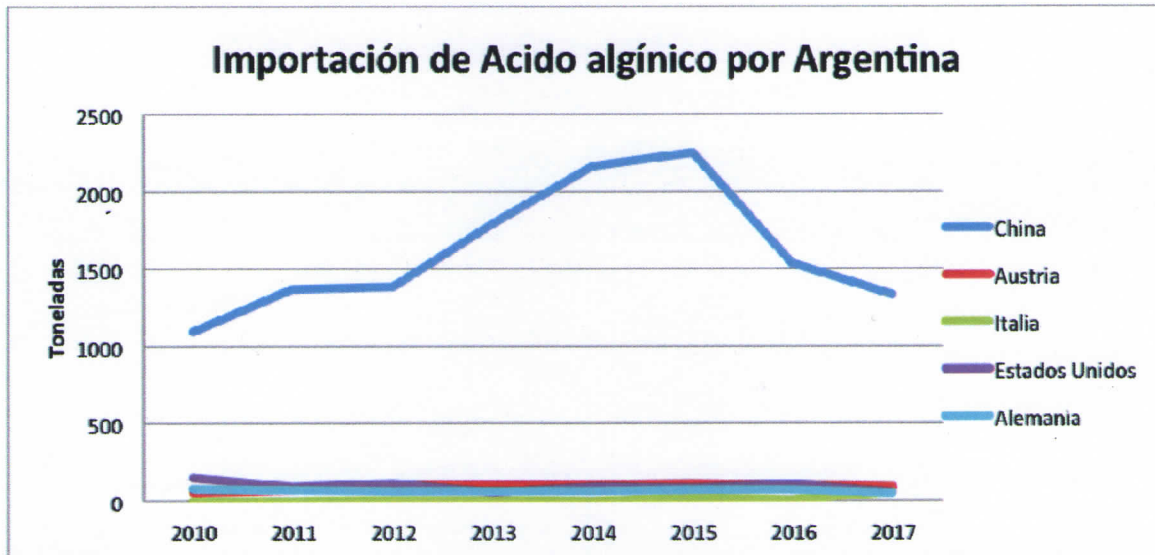
Si bien la Argentina se posiciona como el país de menor importación dentro del grupo es importante destacar que su actividad es constante durante todo el período analizado (desde 2010 hasta 2017).

### Mercado en la Argentina

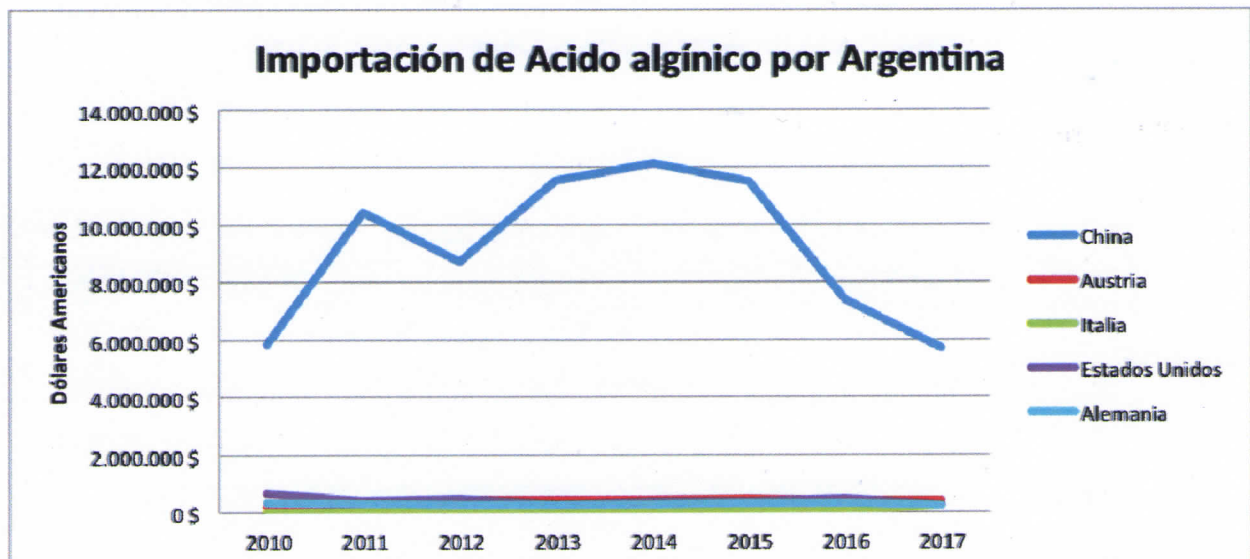
#### Importación Ácido Algínico por Argentina

Países de los que se importó	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Cantidad Importada Toneladas							
China	1094	1368	1383	1794	2167	2251	1534	1333
Austria	58	73	108	105	110	113	101	97
Italia	0	1	5	5	0	21	9	58
Estados Unidos	155	97	118	59	90	86	111	56
Alemania	78	71	62	66	63	73	72	51
Francia	17	27	25	9	18	37	23	30
India	7	8	1	0	0	9	10	26
Chile	28	40	36	33	53	31	25	8
Noruega	1	1	5	6	4	5	7	7





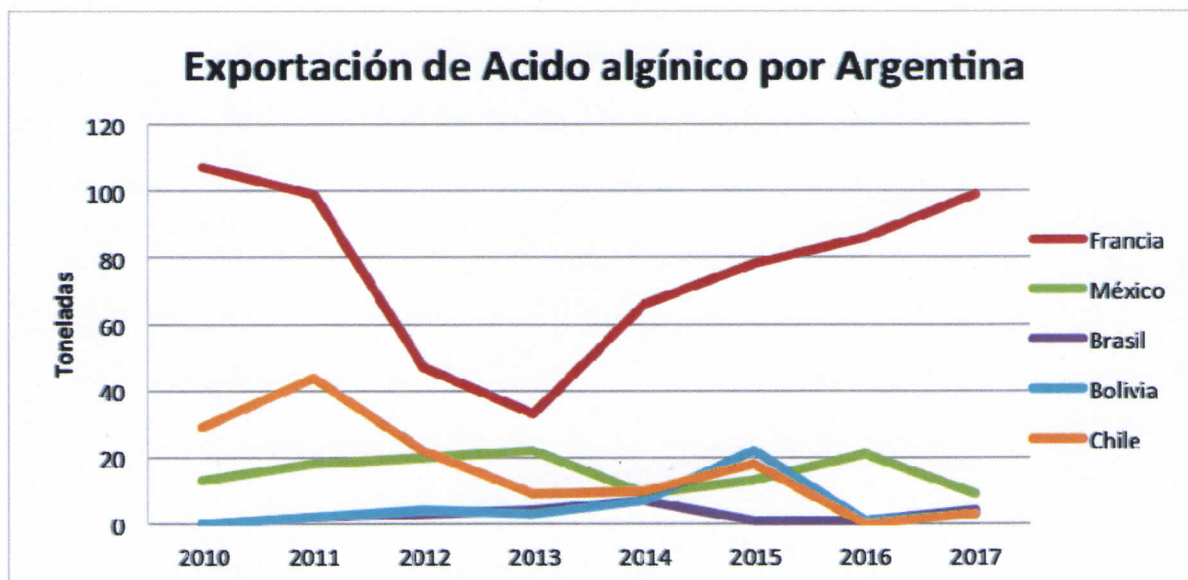
Países de los que se importó	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Valor Importado en dólares americanos							
China	5.850.000 \$	10.445.000 \$	8.728.000 \$	11.540.000 \$	12.117.000 \$	11.488.000 \$	7.380.000 \$	5.716.000 \$
Austria	251.656 \$	313.301 \$	463.227 \$	450.372 \$	471.715 \$	484.712 \$	433.224 \$	416.113 \$
Italia	0 \$	4.477 \$	21.501 \$	21.440 \$	0 \$	90.183 \$	38.674 \$	248.780 \$
Estados Unidos	664.779 \$	416.103 \$	506.201 \$	252.996 \$	385.926 \$	369.035 \$	476.227 \$	240.292 \$
Alemania	334.756 \$	304.577 \$	265.991 \$	283.013 \$	270.149 \$	313.039 \$	308.966 \$	218.890 \$
Francia	72.976 \$	115.938 \$	107.230 \$	38.593 \$	77.185 \$	158.894 \$	98.906 \$	128.906 \$
India	30.292 \$	34.375 \$	4.560 \$	0 \$	0 \$	38.885 \$	43.012 \$	111.622 \$
Chile	120.235 \$	171.665 \$	154.620 \$	141.715 \$	227.334 \$	133.077 \$	107.314 \$	34.473 \$
Noruega	4.582 \$	4.406 \$	21.577 \$	25.728 \$	17.276 \$	21.722 \$	30.287 \$	30.304 \$



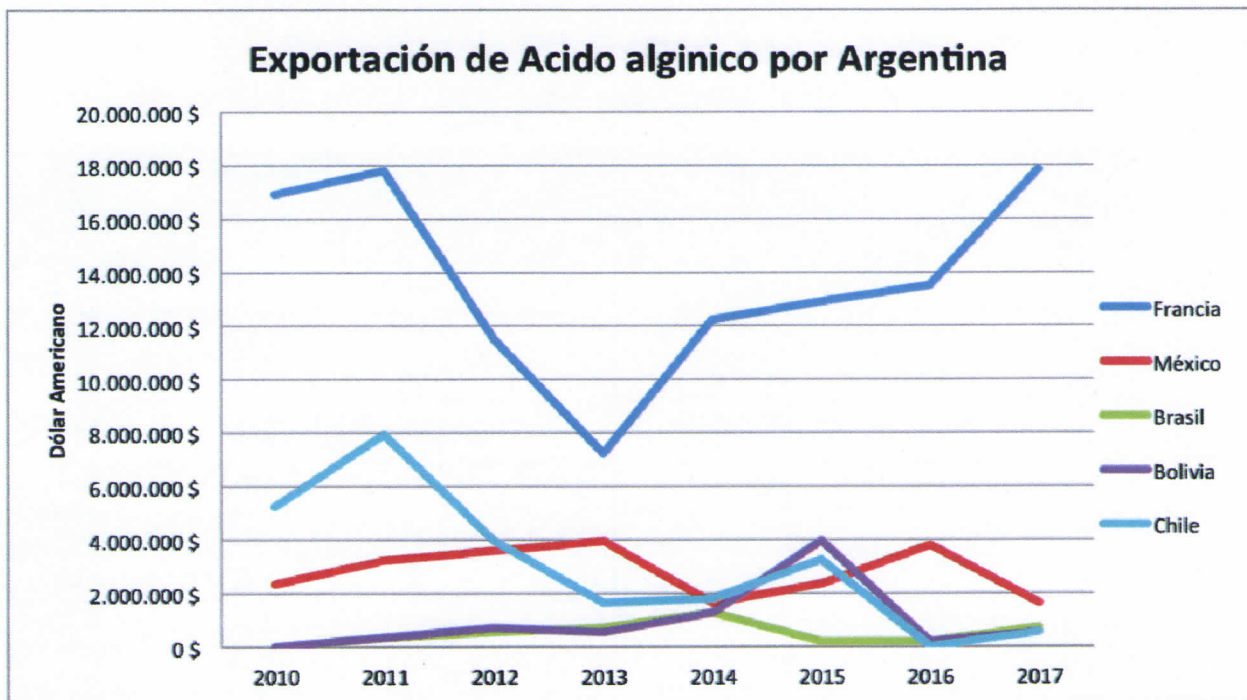
Como se observa en la gráfica el país con mayor cantidad de toneladas importadas de "Acido algínico" es China. Es importante este dato ya que resalta una realidad conocida debido a que China es uno de los países que mayor importa y exporta en el mundo.

### Exportación de Ácido Algínico por Argentina

Países a los que se exportó	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Cantidad Exportado Toneladas							
Francia	107	99	47	33	66	78	86	99
México	13	18	20	22	9	13	21	9
Brasil	0	2	3	4	7	1	1	4
Bolivia	0	2	4	3	7	22	1	3
Chile	29	44	22	9	10	18	0	3
Paraguay	12	11	8	3	3	4	6	3
Estados Unidos	3	2	2	1	2	1	3	3
Australia	6	4	2	4	4	4	4	1



Países a los que se exportó	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Valor Exportado en dólares americanos							
Francia	16.921.000 \$	17.809.000 \$	11.495.000 \$	7.214.000 \$	12.240.000 \$	12.911.000 \$	13.493.000 \$	17.848.000 \$
México	2.344.331 \$	3.245.908 \$	3.606.303 \$	3.967.343 \$	1.622.761 \$	2.344.252 \$	3.786.988 \$	1.622.808 \$
Brasil	0 \$	363.545 \$	541.613 \$	722.562 \$	1.262.291 \$	180.973 \$	180.323 \$	723.947 \$
Bolivia	0 \$	361.749 \$	724.025 \$	541.580 \$	1.264.205 \$	3.969.083 \$	181.777 \$	541.920 \$
Chile	5.229.677 \$	7.934.478 \$	3.967.085 \$	1.622.621 \$	1.804.070 \$	3.246.138 \$	0 \$	543.420 \$
Paraguay	2.165.325 \$	1.983.863 \$	1.442.800 \$	541.581 \$	541.614 \$	721.423 \$	1.082.914 \$	541.490 \$
Estados Unidos	543.554 \$	363.539 \$	361.903 \$	181.735 \$	361.749 \$	182.744 \$	542.609 \$	542.897 \$
Australia	1.082.474 \$	724.110 \$	363.285 \$	722.643 \$	722.643 \$	722.651 \$	722.354 \$	180.692 \$



Se puede constatar en el gráfico que en estos últimos años Francia tiene la actividad más importante de exportación en nuestro país. También es importante destacar que los demás países muestran constancia en todos los períodos, con la excepción de Brasil y Bolivia.

## Proyecciones

Las proyecciones o pronósticos son vitales para la organización de un proyecto y para toda decisión administrativa importante. Además estos constituyen la base de los planes a largo plazo, la planeación del presupuesto y el control de los costos.

En este punto se realizará una proyección de la demanda de importación y exportación desde el año 2017 hasta el 2023 para Argentina con el objetivo de obtener información acerca de cuál sería la evolución del Mercado para estos períodos, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones técnicas y económicas.

Como herramienta se ha utilizado la función **PRONOSTICO**, de la aplicación de Hojas de Cálculo **Excel**, la cual calcula, o predice, un valor futuro usando valores existentes. El nuevo valor se pronostica mediante regresión lineal.

La ecuación de la recta de **PRONOSTICO** es  $y = a + b \cdot x$ , donde:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

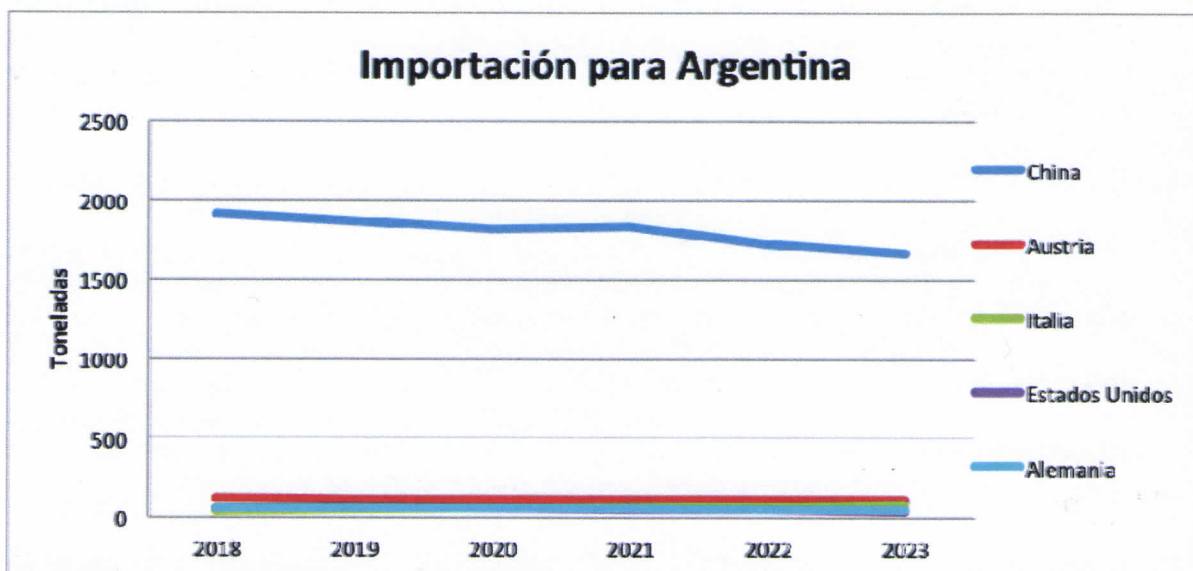
$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - n \cdot \bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2}$$

Siendo:

$\bar{x}$ : promedio de todas las  $x$   
 $\bar{y}$ : promedio de todas las  $y$   
 $n$ : el número de punto de datos

## Pronóstico de Importación en Argentina entre 2018 y 2023

Países de los que se importará	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Cantidad Importada Toneladas					
China	1909	1870	1821	1830	1727	1668
Austria	119	117	113	114	116	117
Italia	39	47	56	64	74	83
Estados Unidos	60	62	55	50	50	38
Alemania	59	59	58	57	54	52
Francia	29	30	34	36	40	40
India	17	21	27	30	35	38
Chile	21	14	8	4	4	1
Noruega	8	9	9	10	10	11



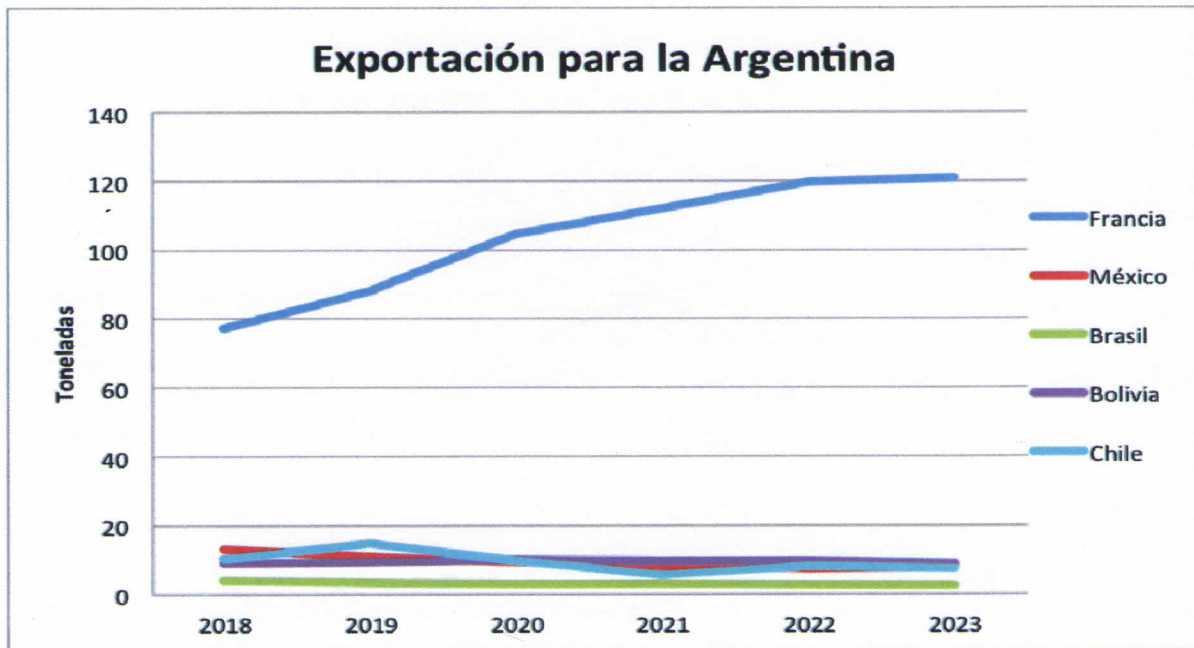
Países de los que se importará	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Valor Importado en dólares americanos					
China	8.761.250 \$	7.381.446 \$	6.640.893 \$	5.245.086 \$	4.379.280 \$	3.961.098 \$
Austria	508.930 \$	501.381 \$	484.508 \$	492.592 \$	497.847 \$	508.828 \$
Italia	165.474 \$	202.669 \$	242.332 \$	286.671 \$	329.497 \$	357.662 \$
Estados Unidos	255.944 \$	266.527 \$	237.392 \$	241.894 \$	187.018 \$	153.368 \$
Alemania	252.021 \$	251.224 \$	248.116 \$	235.390 \$	224.295 \$	208.160 \$
Francia	126.611 \$	130.412 \$	145.710 \$	163.997 \$	162.791 \$	161.329 \$
India	71.172 \$	89.425 \$	113.883 \$	134.024 \$	150.893 \$	161.837 \$
Chile	88.031 \$	58.155 \$	35.160 \$	6.742 \$	15.067 \$	39.605 \$
Noruega	35.634 \$	38.386 \$	39.123 \$	42.722 \$	47.722 \$	50.383 \$



Si bien los valores de importación para China descienden en esta proyección los demás países, en general, se mantienen constantes y con una actividad comercial en ascenso.

### Pronostico de Exportación en Argentina entre 2018 y 2023

Países a los que se exportará	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Cantidad Exportado Toneladas					
Francia	77	88	105	112	120	121
México	13	11	9	8	7	8
Brasil	4	3	3	3	3	2
Bolivia	9	9	10	10	10	9
Chile	10	15	10	5	8	8
Paraguay	5	2	2	2	2	2
Estados Unidos	2	3	3	3	3	4
Australia	2	2	2	2	1	1



Países a los que se exportará	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Valor Exportado en dólares americanos					
Francia	13.429.750 \$	14.409.518 \$	16.570.375 \$	17.920.891 \$	17.761.211 \$	18.217.683 \$
México	2.363.516 \$	1.967.460 \$	1.693.313 \$	1.547.782 \$	1.299.144 \$	856.746 \$
Brasil	690.264 \$	609.475 \$	544.174 \$	483.467 \$	704.762 \$	697.526 \$
Bolivia	1.663.295 \$	1.682.334 \$	1.661.880 \$	1.619.091 \$	1.195.718 \$	1.962.966 \$
Chile	3.043.436 \$	1.070.479 \$	830.000 \$	1.022.824 \$	753.345 \$	1.181.273 \$
Paraguay	161.429 \$	48.937 \$	30.094 \$	15.906 \$	64.091 \$	0 \$
Estados Unidos	413.660 \$	484.539 \$	540.482 \$	610.849 \$	648.498 \$	623.418 \$
Australia	374.223 \$	386.413 \$	352.594 \$	209.182 \$	124.843 \$	84.731 \$



Se logra visualizar en el gráfico que en este posible escenario la proyección indica que el país de Francia sería el que más oportunidades de exportación ofrecería a nuestro país, siendo muy significativas las cifras que arroja la tabla.

## Estrategia de Comercialización

### Empresa

Se plantea la creación de una empresa que se dedicará a realizar un negocio a lo largo de toda la República Argentina y con aspiraciones de crecer a nivel internacional. El fin es abastecer la demanda del nicho estratégico elegido con suficiencia y, al mismo tiempo, incursionar abarcando nuevos horizontes del negocio.

La empresa, cuya razón social es “**Krenn Meer TDF**”, ofrece los productos vía página web, o bien se pueden ordenar telefónicamente. Contará con un software de gestión integrada que permitirá la recepción de órdenes de compra, plazos de entrega, seguimientos de pedidos y administración de la cartera de clientes. Los pagos se realizan mediante depósito a la cuenta de Krenn Meer TDF detallada al cliente, la condición de pago es acordada personalmente para cada caso en particular.

Las órdenes se enviarán a un centro de distribución localizado en la ciudad de Buenos Aires, desde donde se despacharán a todo el país.

Se ofrece como servicio para aquellos interesados en el producto, el envío de muestras, como también ensayo de pruebas de interés de forma específica para aquellos potenciales clientes. También se llevarán a cabo visitas técnicas por los representantes de las compañías. Para poder brindar un mejor servicio es importante que los clientes brinden una información clara, precisa, y concreta acerca de sus procesos productivos. De esta manera, se evalúa si es factible o no la inclusión del producto en algún punto de su cadena productiva.

### Producto

Se ofrecerá un producto de alta calidad que cumplirá con los estándares internacionales. Esto será posible dada las aguas frías de la Patagonia que son propicias para el crecimiento de algas pardas de buena calidad para la obtención de alginatos<sup>1</sup>. También cumplirá con la legislación vigente en nuestro país para productos alimenticios<sup>2</sup>.

### Mercado

Se pronostica una importación para el período 2019, de un total de 2229 toneladas de Ácido Algínico, de éste total el 10% es Alginato de Sodio. Discriminando los valores de Alginato de Sodio período a período, para los siguientes 4 años, se obtienen los datos que se detallan a continuación:

---

<sup>1</sup>(Mercier, 1992)

<sup>2</sup> (1)

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Cantidad Ácido Algínico (ton)	2229	2181	2195	2110	2048
Cantidad Alginato Sodio (kg)	222900	218100	219500	211000	204800

Se fija para este proyecto, como estrategia comercial, sustituir el 5% de la importación el primer año. Así mismo, desde el segundo año, se aumentará un 25% la producción por período. Entonces, la incursión gradual del producto en el mercado nacional sería la siguiente:

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Cantidad Importada de Alginato de Sodio (kg)	222900	218100	219500	211000	204800
Producción (kg)	11145	14836,8	18530,4	22224	25920
Participación mercado	5%	6,8 %	8,44%	10,53%	12,65%

## Consumidores

En los primeros períodos de funcionamiento de la planta el tipo de consumidores a los que se desea apuntar es empresas fabricantes de alimentos de pequeña y mediana envergadura de nuestro país,. Posteriormente se apuntará al mercado de grandes empresas demandantes de elevados volúmenes y constantes. Empresas que puedan o quieran incluir estos hidrocoloides en algún producto particular de su cartera de productos, considerando que su consumo traerá ventajas a sus productos finales a nivel de proceso y manteniendo la textura deseada.

No se descarta la incursión en mercados extranjeros como en el Mercosur inicialmente, para después expandirse al resto del continente.

## Visión

Posicionarse como una empresa líder en el mercado de los insumos naturales y saludables, creando productos a través de tecnologías innovadoras, sumando valor al producto nacional.

## Misión

Brindar productos diferenciados que ofrezcan soluciones y ventajas para los clientes, acompañado de un servicio de apoyo técnico, generando plataformas de trabajo en conjunto.

## Valores

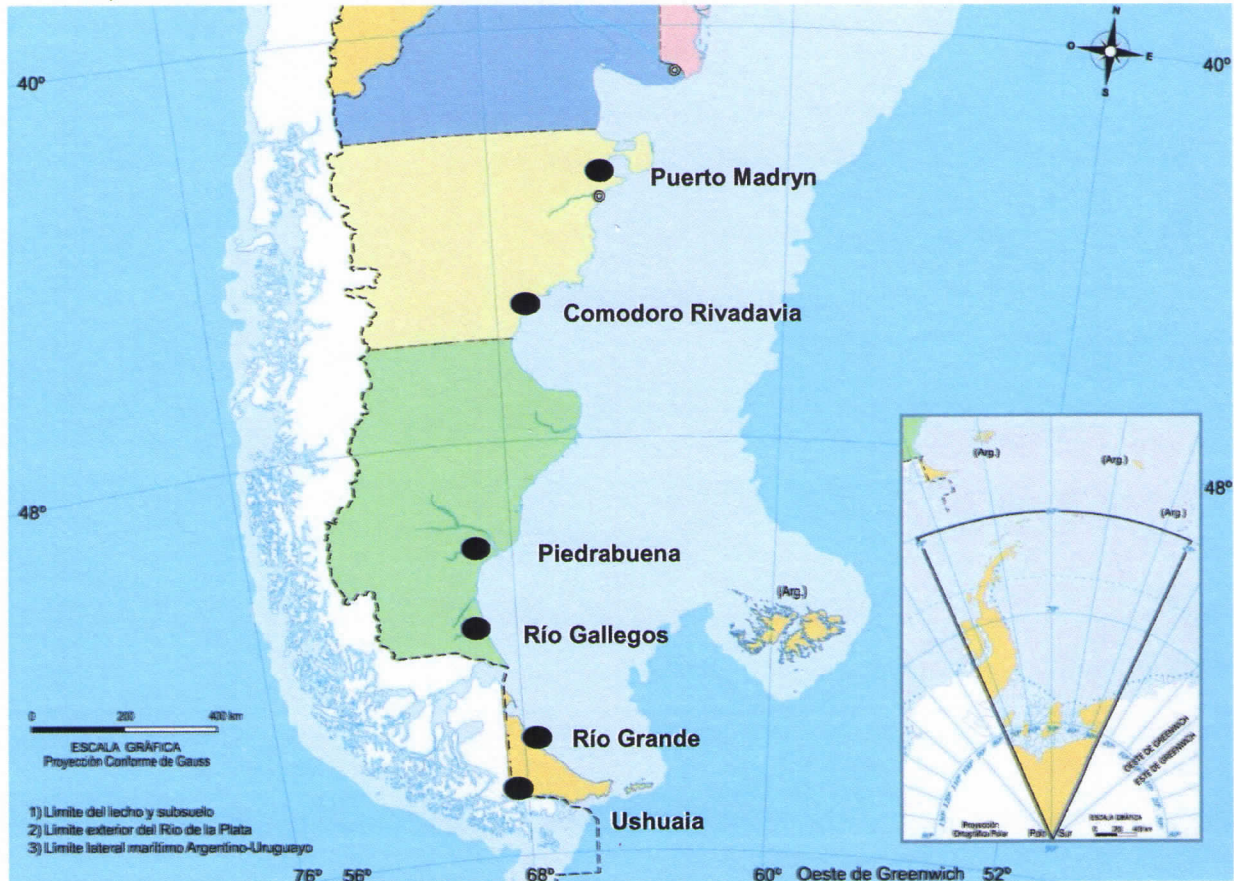


Los valores de **Krenn Meer TDF** expresan la exclusiva visión y ética con respecto a los negocios, y reflejan el compromiso de la empresa con la comunicación abierta y el trabajo en equipo.

Los valores claves que impulsan a la compañía son desarrollados en conjunto con el personal que lleva a cabo las tareas diarias para cumplir las metas establecidas.

## Localización de planta

Hemos seleccionado 6 ciudades costeras a lo largo de la Patagonia donde habitan las algas *Macrocystis Pyrifera*. Estas ciudades son: Río Grande y Ushuaia en provincia de Tierra del Fuego; Río Gallegos y Piedrabuena en la provincia de Santa Cruz; Comodoro Rivadavia y Puerto Madryn en la provincia de Chubut.



Mapa argentino que muestra las 6 posibles localizaciones de la planta de producción

Los factores que influyen en la determinación del lugar a ubicar la planta son los siguientes:

- ✓ Calidad de la materia prima: el kg de alginato de sodio obtenido por kg de alga es un buen indicador de la calidad. Cuanto más frías las aguas en las que habita el alga, mejor es el porcentaje de conversión.
- ✓ Acceso a la materia prima: hace referencia a la disponibilidad y densidad de los bosques en la cercanía a cada localidad.
- ✓ Acceso a los servicios: es la facilidad para instalar los servicios de agua, gas, electricidad y abastecer el proceso productivo en los niveles requeridos.
- ✓ Precio de los servicios: es el desembolso económico por cada servicio.
- ✓ Tratamiento de desechos: es la facilidad que te brinda el lugar para tratar los desechos.
- ✓ Precio del terreno para la construcción: es el desembolso económico para la compra del terreno de la planta.
- ✓ Beneficio fiscal: es cualquier tipo de incentivo económico dado por la legislación aduanera que rige en el lugar.

- ✓ Apoyo y financiación por parte del Estado: es una medida del recibimiento que tendrá por parte del gobierno y la posibilidad de obtener financiación crediticia u otro tipo de ayuda económica.
- ✓ Capacitación del personal: es la posibilidad de contar con personal egresado de carreras de grado afines.

*(ver siguiente hoja)*

### Matriz cualitativa por puntos

Factores	Peso	Río Grande		Ushuaia		Río Gallegos		Piedrabuena		Comodoro Rivadavia		Puerto Madryn	
		Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Calidad de la materia prima	80%	90	72	90	72	85	68	85	68	80	64	75	60
Acceso a la materia prima	60%	90	54	80	48	75	45	75	45	75	45	75	45
Acceso a los servicios (agua, electricidad, gas)	60%	80	48	80	48	80	48	80	48	80	48	80	48
Precio de los servicios	70%	70	49	70	49	70	49	70	49	70	49	70	49
Tratamiento de desechos	50%	20	10	20	10	50	25	50	25	50	25	50	25
Precio del terreno para la construcción	50%	70	35	70	35	75	37,5	80	40	60	30	80	40
Beneficio fiscal	20%	100	20	100	20	20	4	20	4	20	4	20	4
Apoyo y financiación por parte del Estado	80%	80	64	80	64	60	48	60	48	60	48	60	48
Cacitación del personal	80%	80	64	60	48	80	64	60	48	80	64	75	60
<b>TOTAL</b>			<b>416</b>		<b>394</b>		<b>388,5</b>		<b>375</b>		<b>377</b>		<b>379</b>

Peso: es la importancia del factor para nuestro proyecto (0%-100%)

Calificación: es el puntaje que le asignamos a la localidad (0-100)

Calificación ponderada: es el puntaje obtenido por la localidad según el peso (0-100)

Como resultado del método cualitativo por puntos Río Grande tiene el mejor puntaje ponderado para la locación de la planta de alginatos.

# Proceso Productivo de Alginato de Sodio



*Algas pardas denominadas Macrocystis Pyrifera*

## Proceso de producción de Alginato de Sodio

La extracción de alginato de las algas consiste en convertir todas las sales de alginato en sales de sodio, disolviendo éstas en agua y eliminando los residuos insolubles por medio de una filtración. El proceso continúa con la adición de una sal de calcio para formar alginato de calcio, el cual tiene una textura fibrosa que no se disuelve en agua, y esto permite que pueda ser separado del agua residual. El alginato de calcio se suspende en agua y se añade ácido para convertirlo en ácido algínico. Luego, este ácido algínico fibroso se separa fácilmente.

Después, se coloca en un mezclador de tipo planetario con alcohol y se añade poco a poco carbonato de sodio, hasta que el ácido algínico se convierte en alginato de sodio tomando una consistencia de tipo pastosa. Esta pasta de alginato de sodio se extrude en forma granular (tipo pellets), que luego se secan y finalmente se muelen.<sup>3</sup>

A continuación se describen cada una de las etapas que intervienen en el proceso de la obtención de alginato de sodio según la metodología de **Arne Haug (1965)**, con las modificaciones de Hernández (et Patente en trámite).<sup>4</sup>

### Cosecha

Esta etapa consta de la recolección de las algas que se encuentran próximas a la costa, a través de embarcaciones adecuadas a tal fin. Es importante mencionar que al mismo tiempo que la maquina cosecha también se realiza el empaquetado de las algas para facilitar la manipulación.

### Lavado

Una vez recolectadas las algas, y trasladadas a la planta de procesamiento se pasan a un contenedor para ser lavadas y desinfectadas donde se les realiza un tratamiento que elimina e inactiva agentes tales como bacterias, virus y protozoos, u otros microorganismos nocivos para la salud.

---

<sup>3</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

<sup>4</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

## Secado

En esta etapa del proceso las algas se secan exponiéndolas directamente a una fuente de calor (con aire caliente a 60°C), o a temperatura ambiente (entre 20 y 30°C). Las algas deben contener al menos 83% de materia seca (17% de humedad) (en foto de la derecha).



Macrocyctis Pyrifera - Seca

## Reducción del tamaño de la materia prima

Es necesario reducir el tamaño de las algas para favorecer las reacciones químicas del proceso y facilitar su transporte. Las algas pueden ser procesadas frescas o secas. La norma para el tamaño de las algas secas y molidas es la siguiente: 100% debajo de 6 mm; 95% debajo de 3,3 mm; 2% máximo debajo de 0,3 mm. A su vez las algas deben contener menos del 3% de arena (Kelco, com. pers.). Para la molienda se emplea un molino de martillos convencional (en foto de la derecha).



Molino de Algas

## Hidratación de las algas

El propósito de la hidratación es ablandar los tejidos y evitar la pigmentación del alginato, las algas se hidratan con una solución de formaldehído (0,1% formaldehído, 0,99% agua). El tiempo de hidratación depende de la especie de alga, mínimo 15 min y las especies de estipe grueso requieren más tiempo, máximo 12 h. El formaldehído reacciona con los compuestos fenólicos que se encuentran dentro del alga para producir productos insolubles. La proporción de alga seca con respecto al agua es de 1:9. Esta proporción se debe minimizar a un nivel al que las algas absorban toda el agua posible y que al final de la hidratación no quede sobrenadante.

Es importante aclarar que si se procesan 10 kg [Kilogramos] de **Macrocyctis pyrifera** con 90 L [Litros] de solución de formaldehído al 0,1%, se logra obtener una pureza comercial de 37,5%.

Seguidamente, las algas se colocan en un tanque de acero inoxidable. Se acopla al tanque un motor de 2 HP [Horsepower] y un motor reductor con una velocidad de salida de 120 rpm [Revolución por Minuto]. Se emplea un eje con aspas de tipo paletas inclinadas. Estas condiciones de proceso son suficientes para mover el volumen de agua y las algas durante el tratamiento<sup>5</sup> (figura 1, foto 1A)

<sup>5</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

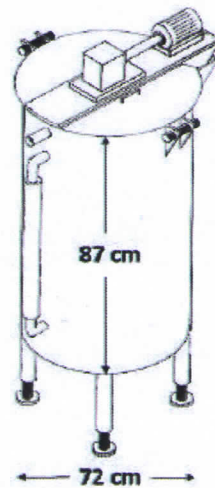


Figura 1. Tanque de hidratación y pre-extracción

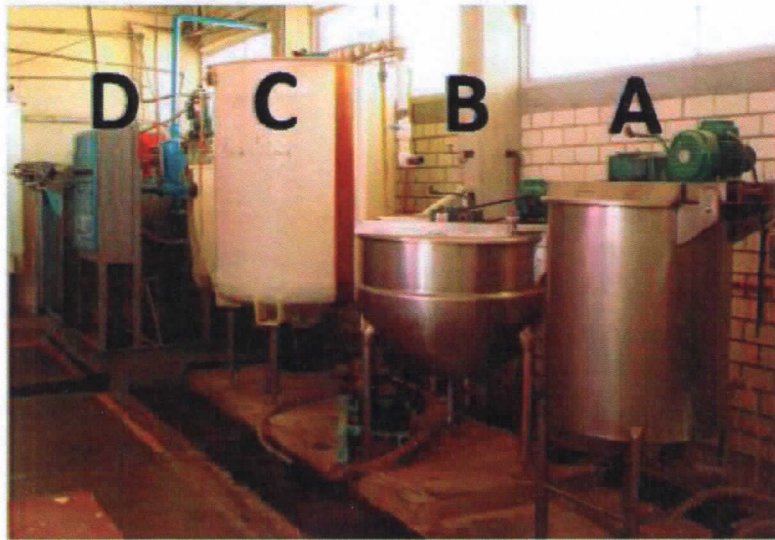


Foto 1. producción de alginatos, A) tanque de hidratación y pre-extracción, B) marmita de extracción, C) tanque de dilución, D) filtro rotatorio al vacío marca Alar

### Pre-extracción ácida

Las algas hidratadas se drenan. La solución residual contiene laminaran y fucoidano, que se pueden separar por medio de precipitación con etanol. El drenado de las algas se puede llevar a cabo fácilmente si se tiene en el interior del tanque una malla. Las algas se dejan en el mismo tanque para el tratamiento con ácido clorhídrico (figura 1, foto 1A). Se adiciona agua al tanque con las algas hidratadas en una proporción de 10 partes de agua por una parte del alga seca inicial (1:10). Esta cantidad es suficiente para que las algas se agiten libremente. A continuación se agrega HCl (Ácido Clorhídrico) industrial (con 24–28% de pureza) hasta adquirir un pH de 4 en la solución. Luego las algas se agitan en el tanque por 15 min a temperatura ambiente y se drena la solución ácida residual. Posteriormente las algas se lavan por 15 min con un volumen igual de agua (1:10)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)



## Extracción

Para extraer el alginato de la pared celular y la matriz intercelular de las algas, primero se las debe transportar, por bombeo, a un marmita de acero inoxidable con suministro de vapor (figura 2). Se utiliza un motor de  $\frac{3}{4}$  de HP y un motor reductor con una velocidad de salida de 120 rpm aproximadamente. También se emplea un aspa con tres paletas inclinadas, que son suficientes para mover eficientemente la pasta de alginato de sodio que se formara (figura 1, foto 1B). El alga pre tratada se coloca en 16,6 partes de agua por una parte de algas (1:16,6), (con base en el peso seco del alga inicial). Se calienta la solución a  $80^{\circ}\text{C}$  y se agrega suficiente  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Sodio) en polvo para llegar a un pH de 10. Al final de la extracción el alga debe quedar prácticamente desintegrada<sup>7</sup>. El tiempo de extracción es de aproximadamente 2 h.

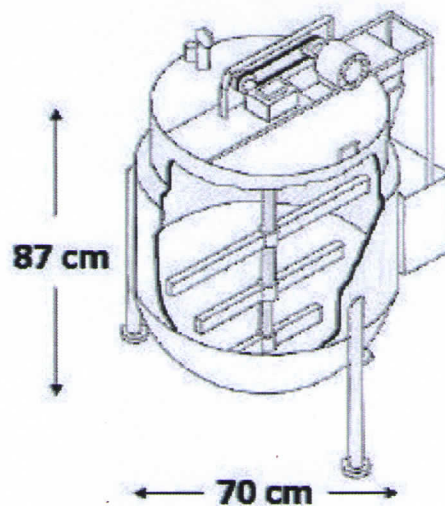


Figura 2. Marmita de extracción

### Puntos importantes a tener en cuenta en la Extracción

Se debe tener en cuenta que el volumen de agua debe ajustarse para formar una pasta de algas que se pueda agitar, pero lo suficientemente espesa para que la fricción entre el líquido y las algas favorezca la extracción del alginato. El volumen puede variar con la especie; las algas que producen baja viscosidad (ej. Sargassum) requieren menos agua y las que producen mayor viscosidad requieren mayor cantidad.

Por otro lado, es importante notar que las soluciones de alginato exhiben un comportamiento de carácter no-newtoniano, donde la viscosidad depende de la velocidad de deformación, un valor adecuado de viscosidad de proceso al final de la etapa es entre 6000 y 8000 mPa·s [mili Pascales/segundo], y se logra después de 2 h de agitación. Es importante tener en cuenta que el pH de la solución puede disminuir a medida que el alginato se extrae del alga y por lo que se debe ajustar nuevamente a

<sup>7</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

10. Por lo tanto en esta etapa se puede controlar la viscosidad del alginato a obtener.

Sin embargo, las temperaturas elevadas y tiempos de agitación prolongados producirán alginatos de menor viscosidad, a diferencia de cuando se emplean menores temperaturas y tiempos de agitación, debido a la degradación del alginato por rompimiento de las cadenas de los ácidos urónicos que lo conforman. Es conveniente preparar una curva de variación de la viscosidad del alginato obtenido en función de los parámetros de tiempo y temperatura para cada especie a procesar, ya que las propiedades reológicas dependen de las condiciones de proceso, puesto que la cadena polimérica del alginato es especialmente sensible a temperaturas altas de extracción<sup>8</sup>.

### Dilución y filtración

Para la dilución, la pasta de alginato se bombea a un tanque con agitador y se combina con suficiente agua para que la viscosidad se reduzca hasta 45 mPa·s (puede emplearse para esto el agua de lavado utilizada en el tanque de extracción, figura 2). Se utiliza un tanque de fibra de vidrio, con un serpentín en el interior (figura 3). Al cual se le acopla un motor de 1 HP y un agitador tipo propela, con velocidad de agitación de 1750 rpm. El serpentín en el interior del tanque sirve para mantener la solución a una temperatura de 75° C, lo que evita que aumente su viscosidad sin problemas de degradación. Para una especie como **Macrocystis pyrifera**, el volumen de agua para llegar a 45 mPa·s y 75° C es de una parte de alga seca por 55 partes de agua (1:55).

Cuando, la solución se ha ajustado a la viscosidad y temperatura mencionada, se bombea hacia la cuna receptora de un filtro rotatorio al vacío. (foto 2).

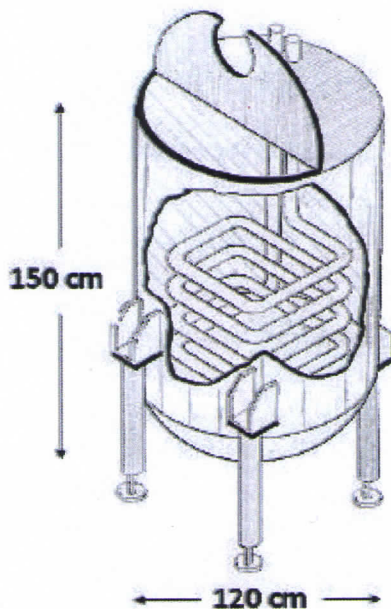


Figura 3. Tanque de dilución

<sup>8</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)



Foto 2. Filtro rotatorio al vacío empleado para la clarificación de la solución de alginato. Se observa el tambor giratorio y la capa de partículas de algas que se pegan a la cama de tierras de diatomeas por el efecto del vacío

Seguidamente, la filtración se realiza con el filtro rotatorio (foto 2), el cual es un equipo que se alimenta con la solución del tanque de dilución. Dicho equipo cuenta al frente con una navaja que se mueve lentamente de manera automática a una velocidad de desplazamiento programada por el usuario, de manera que corta una pequeña cantidad del material filtrante a medida que el tambor está en rotación. La navaja se mueve intermitentemente 1 mm cada 3,5 segundos y se mantiene una rotación del tambor de 2 rpm. El tiempo de filtración es de aproximadamente 3 h.

Los mejores materiales filtrante son: la tierra de diatomeas (Celite 545), la lava expandida y la perlita (generalmente es la más económica). Este dato es importante, porque se estima que se empleará 1 kg de material filtrante por kg de alginato producido<sup>9</sup>.

### Precipitación del alginato de calcio

La solución de alginato sale a presión del filtro y llega a un tanque de precipitación a una temperatura de 50°– 60° C. Al final de la tubería de descarga se instala un dispositivo tipo regadera para que la solución se descargue en el tanque de precipitación en forma de gotas. Se emplea un tanque de fibra de vidrio, el cual es equipado con un motor de 1 HP, con un reductor de velocidad variable y un aspa tipo propela para agitar la mezcla (figura 4). En un tanque independiente se prepara una solución de  $\text{CaCl}_2$  (Cloruro de Calcio) al 10% (p/v). En la descarga también se tiene una salida en forma de regadera, de manera que la solución de  $\text{CaCl}_2$  también se descargue en forma de gotas. La cantidad total de reactivo a emplear corresponde a dos veces la cantidad de alginato a precipitar (1:2). La solución clarificada de alginato de sodio y la solución de  $\text{CaCl}_2$  se añaden a una velocidad sincronizada, de tal manera que ambas soluciones terminen de añadirse simultáneamente. Esta velocidad estará determinada por la velocidad de filtración.

<sup>9</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

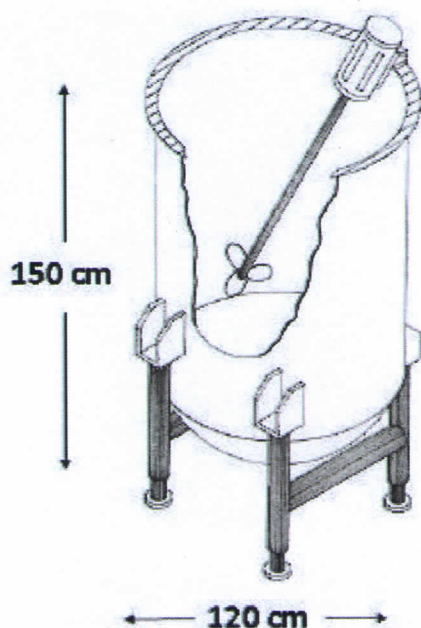


Figura 4. Tanque de precipitación

### Puntos importantes a tener en cuenta en la Precipitación

La velocidad de agitación debe ser controlada de tal manera que permita la formación de fibras pequeñas que puedan ser filtradas fácilmente. Si la agitación es muy débil, se formarán coágulos que son difíciles de filtrar. Si por el contrario, la agitación es muy fuerte, se formarán fibras muy pequeñas que serán difíciles de recuperar. La velocidad de agitación se debe acelerar a medida que el volumen en el tanque va aumentando, por eso es importante que el motor tenga velocidad variable. Es recomendable dejar las fibras dentro del tanque por lo menos 15 min antes de pasar a la siguiente etapa para que éstas terminen de reaccionar con el calcio y sea más fácil separarlas <sup>10</sup>.

### Conversión del alginato de calcio en ácido algínico

Las fibras de alginato de calcio se transforman en ácido algínico mediante lavados ácidos. Se pueden prensar, secar y moler para su venta como alginato de calcio, pero este producto tiene poco mercado, por lo que se transforma en ácido algínico u otra de sus sales. Las fibras de alginato de calcio se descargan por gravedad a una malla metálica (tipo mosquitero), si la precipitación se realizó bajo las condiciones adecuadas, el líquido podrá ser separado fácilmente. Las fibras no se deben comprimir para evitar interferencia en la siguiente reacción.

Se emplea un tanque de acero inoxidable, con un motor de 1 HP y un agitador con tres aspas tipo paleta (figura 5), Las fibras se depositan en el tanque y se adiciona suficiente agua para que se puedan agitar libremente, se adiciona HCl (Ácido Clorhídrico) industrial hasta lograr un pH de 2 y se agita durante 15 min. Las fibras se descargan sobre una malla, se llena nuevamente el tanque con agua, se regresan las

<sup>10</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

fibras al tanque y se adiciona suficiente ácido para llegar a un pH de 1,8. Se agitan nuevamente por 15 min y se descargan las fibras. El procedimiento se repite para un tercer lavado con ácido a pH 1,8.

Después de agitar y separar el sólido, ahora como ácido algínico, se lava con agua; si ésta es abundante o si el agua es escasa, se manda sin lavar a la siguiente etapa. En esta etapa se puede controlar la viscosidad final del alginato, variando los pHs para limitar el intercambio iónico. Si se deja más calcio, se tendrá una mayor viscosidad aparente en el alginato, pero el límite de reducción de viscosidad del alginato en solución a 1% (después de agregar hexametáfosfato de sodio para secuestrar el calcio residual), debe ser menor a 40%. Esta etapa se puede realizar lavando las fibras dos veces, solamente a pH 1,6, o posiblemente a pH 1,8, pero debe esperarse un poco de degradación del producto, con la consecuente reducción de viscosidad.<sup>11</sup>

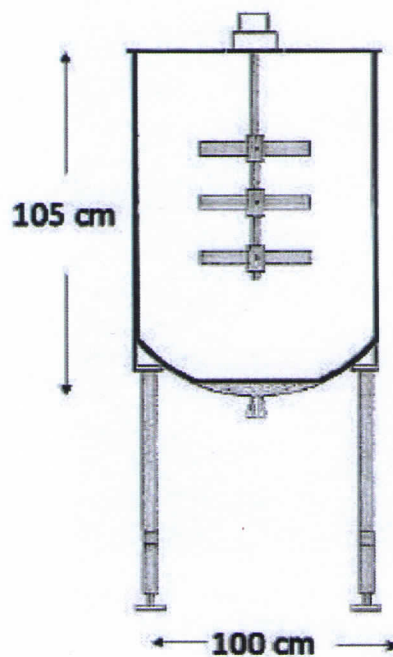


Figura 5. Tanque de lavados ácidos

## Prensado

Para esta etapa se usa una prensa hidráulica con una canasta perforada (prensa de tornillo o Screw Press). Las fibras se envuelven en una lona resistente y se someten a una presión de 8–10 toneladas. Luego se libera la presión, se revuelven las fibras y se presan nuevamente. El proceso se repite hasta que ya no es posible eliminar más agua. Para un mejor prensado se puede variar el tiempo de retención del producto. Esta etapa permite reducir la humedad en las fibras hasta obtener un 25% de sólidos.

## Conversión del ácido algínico en alginato de sodio

Las fibras prensadas de ácido algínico se colocan en un mezclador de doble planetario (de 29 litros aproximadamente), con una compuerta para la adición de reactivos y otra para la toma de muestras de fibras de alginato (foto 3); se agrega suficiente alcohol

<sup>11</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)

etílico al 96%, de manera que la mezcla de alcohol y agua, remanente en el ácido algínico, sea de una proporción 55:45.

A continuación, se agrega una cantidad suficiente de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Sodio) en polvo, hasta alcanzar un pH de 8 en las fibras después de agitar por 15 min. Para medir el pH se toma una muestra de las fibras, se disuelven en agua y se mide con papel indicador en la solución. La cantidad aproximada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a emplear es de 0,25 partes por una de alginato de sodio a obtener.

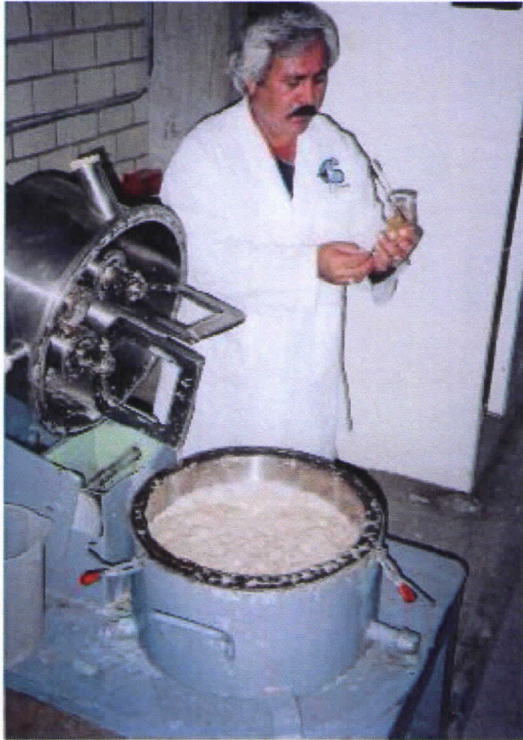


Foto 3. Mezclador de doble planetario para la conversión de ácido algínico en alginato de sodio

### **Puntos importantes a tener en cuenta en la conversión**

En esta etapa se puede sustituir el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Sodio) por  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Potasio) y obtener alginato de potasio. Para la estimación de alcohol que se empleará durante la neutralización, se determina primero la cantidad de agua que se encuentra en las fibras de ácido algínico. Esto se obtiene restando el peso del ácido algínico húmedo menos el peso del alginato seco esperado, basándose en un análisis previo en el laboratorio. Una opción adicional es determinar la humedad del ácido algínico.

Ejemplificando lo anterior, si partimos de 23 kg de ácido algínico prensado (húmedo), que contiene 2,3 kg de alginato de sodio, se calcula que contiene 20,7 L de agua, que representa 55%, por lo tanto, el volumen de alcohol para obtener una proporción de 45% es:  $V = (45 \cdot 20,7) / 55 = 16,9$  L de alcohol, mismo que será adicionado a las fibras

A su vez, el alcohol puede causar cierta interferencia en la medición del pH. Generalmente el pH del alginato en solución tendrá un grado menos del pH medido en la mezcla. La función del alcohol en esta etapa es evitar que cuando se convierta el

etílico al 96%, de manera que la mezcla de alcohol y agua, remanente en el ácido algínico, sea de una proporción 55:45.

A continuación, se agrega una cantidad suficiente de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Sodio) en polvo, hasta alcanzar un pH de 8 en las fibras después de agitar por 15 min. Para medir el pH se toma una muestra de las fibras, se disuelven en agua y se mide con papel indicador en la solución. La cantidad aproximada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a emplear es de 0,25 partes por una de alginato de sodio a obtener.

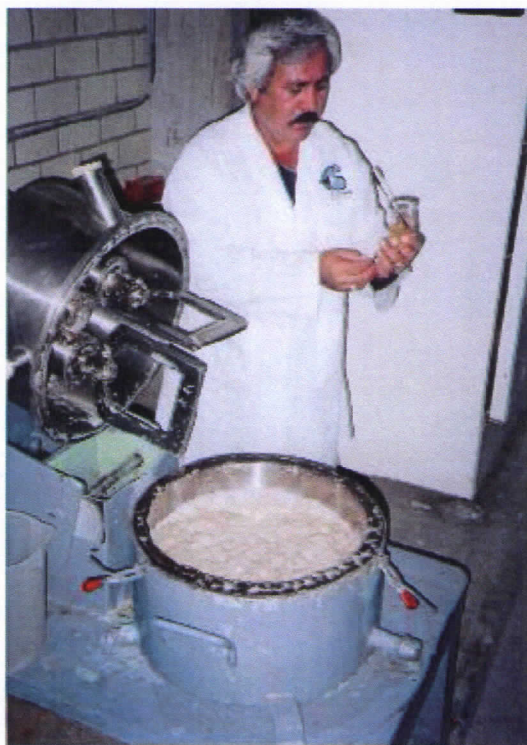


Foto 3. Mezclador de doble planetario para la conversión de ácido algínico en alginato de sodio

### **Puntos importantes a tener en cuenta en la conversión**

En esta etapa se puede sustituir el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Sodio) por  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Carbonato de Potasio) y obtener alginato de potasio. Para la estimación de alcohol que se empleará durante la neutralización, se determina primero la cantidad de agua que se encuentra en las fibras de ácido algínico. Esto se obtiene restando el peso del ácido algínico húmedo menos el peso del alginato seco esperado, basándose en un análisis previo en el laboratorio. Una opción adicional es determinar la humedad del ácido algínico.

Ejemplificando lo anterior, si partimos de 23 kg de ácido algínico prensado (húmedo), que contiene 2,3 kg de alginato de sodio, se calcula que contiene 20,7 L de agua, que representa 55%, por lo tanto, el volumen de alcohol para obtener una proporción de 45% es:  $V = (45 \cdot 20,7) / 55 = 16,9$  L de alcohol, mismo que será adicionado a las fibras

A su vez, el alcohol puede causar cierta interferencia en la medición del pH. Generalmente el pH del alginato en solución tendrá un grado menos del pH medido en la mezcla. La función del alcohol en esta etapa es evitar que cuando se convierta el

ácido algínico en alginato de sodio, éste no se solubilice en el agua residual. Como el alcohol es caro, debe recuperarse en un destilador para reducir los costos; se estima que sólo 2% del alcohol se debe perder en la operación de recuperación. El alginato de sodio también se puede obtener sin el uso de alcohol, para lo cual se mezcla directamente con el carbonato de sodio, pero en este caso, se pierde la consistencia fibrosa y se tiene que introducir la pasta a un extrusor y obtener pelets, que posteriormente se pueden secar y pulverizar <sup>12</sup>

## Prensado y Secado

Las fibras se presan para eliminar los líquidos residuales, se desmenuzan y se colocan sobre bandejas con bastidores de acero inoxidable y fondo de malla Núm. 40, que permite la circulación del aire. Para el secado se puede emplear un secador de aire caliente. Con este sistema, la temperatura óptima de secado es de 60°C durante 2,5 h, con lo que se obtiene una humedad en el alginato de 12% o menos. La máxima humedad recomendada para almacenar el alginato es de 12%.

## Molienda y Tamizado

Es necesario estandarizar el tamaño de partículas, de acuerdo a las especificaciones del mercado. El alginato de sodio seco se puede moler en un molino de turbina, también conocido como de martillos fijos. La mayoría de los alginatos requieren un tamaño de partícula menor a 60 mallas (foto 4), lo cual se logra moliendo con una malla de 3 mm. Luego el producto final se empaca en cuñetes de cartón de 22,5 kg con una bolsa de plástico, (foto 5).



Foto 4. Alginato de Sodio



<sup>12</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)



### **Puntos importantes a tener en cuenta en la Molienda, tamizado y mezclado**

Para lograr productos de grano más fino se separa el polvo obtenido de la primera molienda y se vuelve a moler lo restante más grueso con una malla de 0.5 mm. Es posible que algunos productos de tamaño muy fino requieran una tercera molienda. Para separar el alginato por tamaños se usa un tamizador con cinco tamices: 30 (0.594 mm), 60 (0.250 mm), 80 (0.177 mm), 100 (0.149 mm) y 120 (0.125 mm) mallas. Es difícil obtener partículas finas si el alginato es esponjoso, incluso después de tres moliendas se puede tener hasta un 16% de partículas que aún superan la malla 30.<sup>13</sup> Existen en el mercado equipos muy sofisticados y eficientes que secan, muelen y clasifican en un solo aparato, pero son muy costosos.

El alginato obtenido se analiza en laboratorio para conocer la viscosidad del producto en solución al 1%. La calidad de los alginatos (en términos de viscosidad) varía en función de diversos factores biológicos, ecológicos y de proceso. Por lo tanto, los productos que se obtengan tendrán una viscosidad diferente y deberán ser mezclados para ofrecer un producto de calidad constante. Para hacer las mezclas se usa un mezclador tipo pantalón y las viscosidades de los productos a combinar tienen que estar dentro del rango que se especifica entre paréntesis en mPa•s: para 800 (> 600); 400 (150 a 600); 80 (40 a 150) y 30 (10 a 80).

### **Control de calidad**

A los alginatos obtenidos se les realiza un análisis de las siguientes propiedades:

a) Viscosidad en solución al 1% antes y después de agregar 0.5% de hexametáfosfato de sodio, con relación al peso seco del alginato para secuestrar el calcio residual que queda ligado al alginato. La viscosidad se mide con un viscosímetro Brookfield LVT Modelo DV-I (foto 6). Luego los productos se separan para su venta por su viscosidad de acuerdo con la siguiente clasificación medida en mPa•s: muy baja (25–35); baja (70–100); media (340–460) y alta (680–920).

---

<sup>13</sup> (Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México, 2011)



Foto 6.  
Viscosímetro

b) pH de la solución a 1% (foto 7).



Foto 7. PH Meter

c) Distribución del tamaño de partículas, en donde los productos regulares se venden entre 30–60 mallas y los refinados entre 100–150 mallas (foto 8).

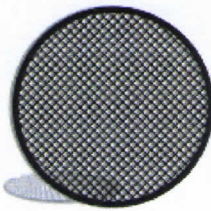


Foto 8. Malla

d) Humedad, que debe ser menos de 12% (foto 9).



Foto 9. Medidor de Humedad

e) Cenizas, el estándar se encuentra entre 18–27% (fotos 10, 11, 12, 13).



Foto 10. Crisol



Foto 11. Balanza Digital



Foto 12. Pinza para Crisol



Foto 13. Horno para Laboratorio

### **Cálculos para el porcentaje % de Cenizas:**

**P1 = Peso del Crisol vacío en gramos.**

**P2 = Peso del Crisol con las Cenizas, en gramos.**

**m = Peso de la muestra en gramos.**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P2 - P1)}{m} * 100$$

f) Contenido de calcio, el estándar se encuentra entre 0.3–1%. (Método de titulación)

g) Pureza, entre 96–98%.



Laboratorio de Planta

## Conclusiones del Proceso

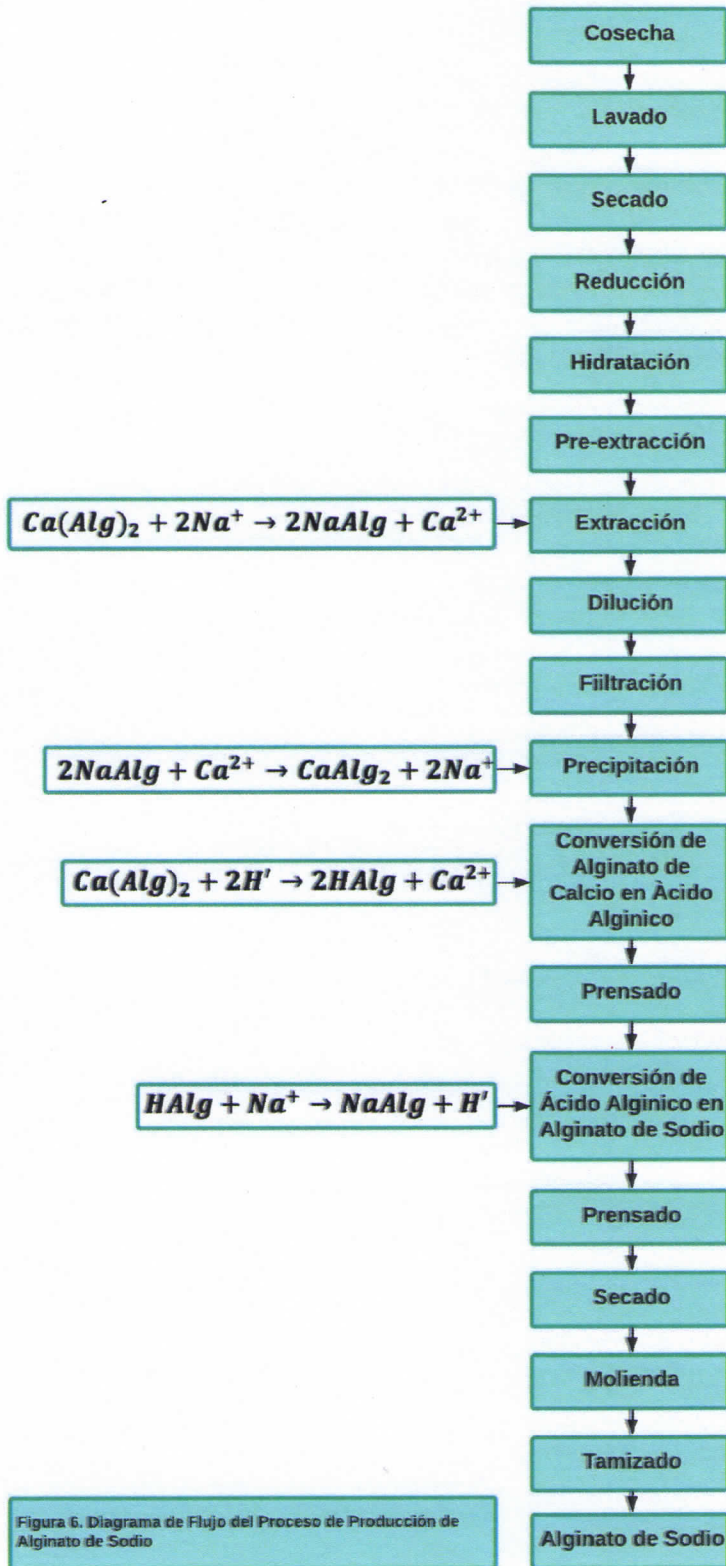
La metodología se aplica a una muestra de 10 Kg (peso seco) de *Macrocystis pyrifera*, y se obtiene **23 kg de Ácido Algínico**, que contienen **2,3 kg de Alginato de Sodio**. Como se puede observar el proceso muestra un rendimiento del **23 % para el Alginato de Sodio**. El tiempo total de proceso es de aproximadamente **24,3 Horas**. Así mismo es importante aclarar que la etapa de cosecha no se realiza constantemente sino con una frecuencia distinta.

<b>Etapas</b>	<b>Tiempo [Horas]</b>
Cosecha	8
Lavado	1
Secado	2
Reducción	0,5
Hidratación	0,5
Pre-Extracción	0,5
Extracción	2
Dilución	0,3
Filtración	3
Precipitación	1
Conversión	1
Prensado	0,5
Conversión	1
Prensado y Secado	2,5
Molienda y Tamizado	0,5
<b>Total</b>	<b>24,3</b>

Tabla 1. Estimación de Tiempos

## Diagrama de Flujo del Proceso

Las figuras 6 y 7 muestran los diagramas de flujos para la producción de alginatos y las reacciones que están involucradas.



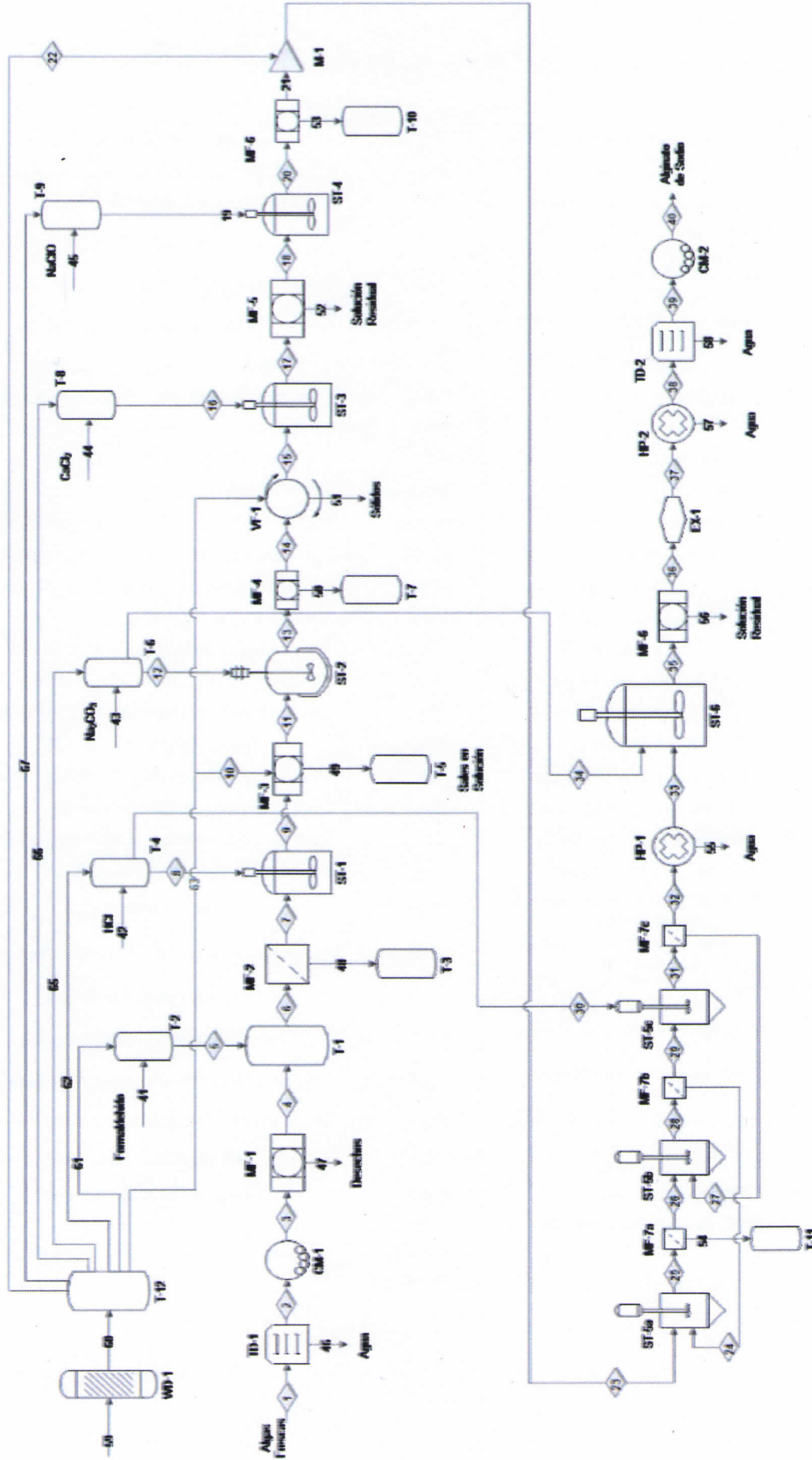


Figura 7. Diagrama de Flujo del Proceso

## Leyendas para el Diagrama de Flujo del Proceso

CM-1	Molino de cuchillas	T-6	Tanque de dilución $\text{Na}_2\text{CO}_3$
CM-2	Molino de martillos	T-7	Tanque de recuperación del carbonato de sodio
EX-1	Extrusor de alginato de sodio	T-8	Tanque de dilución $\text{CaCl}_2$
HP-1	Prensa hidráulica de tornillo para el ácido alginico	T-9	Tanque dilución $\text{NaClO}$
HP-2	Prensa hidráulica de tornillo para el alginato de sodio	T-10	Tanque de recuperación del hipoclorito de sodio
HX-1	Calentador de la solución de Carbonato de Sodio	T-11	Tanque recuperación de $\text{HCl}$
HX-2	Calentador de Agua	T-12	Tanques de agua destilada (2 unidades)
M-1	Mezclador agua-alginato	TD-1	Secador de bandejas para las algas frescas
MF-1	Tamiz vibratorio	TD-2	Secador de cinta transportadora para el alginato de sodio
MF-2	Filtro malla para T-1	VF-1	Filtro rotatorio de vacío
MF-3	Filtro malla para ST-1	WD-1	Destilador de agua industrial
MF-4	Filtro malla para ST-2	ST-5a	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio
MF-5	Filtro malla para ST-3	ST-5b	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio
MF-6	Filtro malla para ST-4	ST-5c	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio
MF-7a	Filtro malla para ST-5a	ST-6	Tanque para la extracción alcalina purificada
MF-7b	Filtro malla para ST-5b	T-1	Tanque de hidratación con formaldehído
MF-7c	Filtro malla para ST-5c	T-2	Tanque de dilución del formaldehído
MF-8	Filtro malla para ST-6	T-3	Tanque para la recuperación del formaldehído
PK-1	Empaquetadora	T-4	Tanque de dilución del $\text{HCl}$
ST-1	Tanque pre-extracción ácida	T-5	Tanque de recuperación de sales de cloro
ST-2	Tanque extracción alcalina	T-6	Tanque de dilución $\text{Na}_2\text{CO}_3$
ST-3	Tanque precipitación $\text{CaCl}_2$	T-7	Tanque de recuperación del carbonato de sodio
ST-4	Tanque de blanqueamiento	T-8	Tanque de dilución $\text{CaCl}_2$
ST-5a	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio	T-9	Tanque dilución $\text{NaClO}$
ST-5b	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio	T-10	Tanque de recuperación del hipoclorito de sodio
ST-5c	Tanque de extracción ácida para el alginato de calcio	T-11	Tanque recuperación de $\text{HCl}$
ST-6	Tanque para la extracción alcalina purificada	T-12	Tanques de agua destilada (2 unidades)
T-1	Tanque de hidratación con formaldehído	TD-1	Secador de bandejas para las algas frescas
T-2	Tanque de dilución del formaldehído	TD-2	Secador de cinta transportadora para el alginato de sodio
T-3	Tanque para la recuperación del formaldehído	VF-1	Filtro rotatorio de vacío
T-4	Tanque de dilución del $\text{HCl}$	WD-1	Destilador de agua industrial
T-5	Tanque de recuperación de sales de cloro		

Tabla 2. Leyendas del Diagrama de Flujo del Proceso <sup>14</sup><sup>14</sup> (Paiva & Vilches, 2012)





## Maquinaria y Productividad

### Molino de Martillos



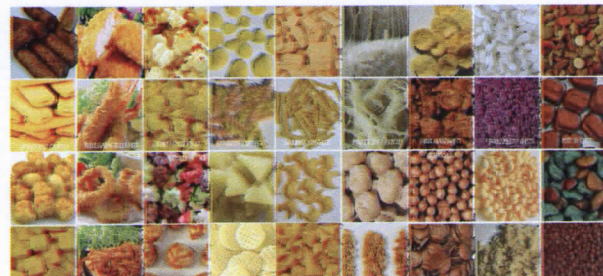
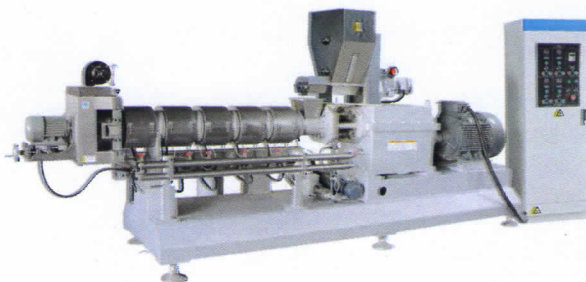
La máquina es ampliamente adecuada para la industria farmacéutica, química, alimentaria, agrícola y alimentaria, especialmente adecuado para triturar material seco o quebradizo.

Esta máquina tiene estructura simple, fácil operación, ruido bajo y el efecto de aplastamiento es bueno. Tritura el material directamente desde la descarga de la Cámara de trituración. También permite seleccionar el tamaño de las partículas.<sup>15</sup>

### Características Técnicas

<b>Código</b>	<b>CM-2</b>
<b>Modelo</b>	<b>TP-GM-60B</b>
<b>Capacidad de Producción (kg/h)</b>	<b>500-1500</b>
<b>Tamaño de Alimentos (mm)</b>	<b>&lt;15</b>
<b>Velocidad (r / min)</b>	<b>2800</b>
<b>Potencia Motor (k w)</b>	<b>11</b>
<b>Peso (kg)</b>	<b>550</b>
<b>Dimensiones (mm)</b>	<b>1350×750×1680</b>

### Extrusor de Alginato de Sodio



El proceso de extrusión de alimentos es una forma de cocción rápida, continua y

<sup>15</sup> (AliExpress, 2018)

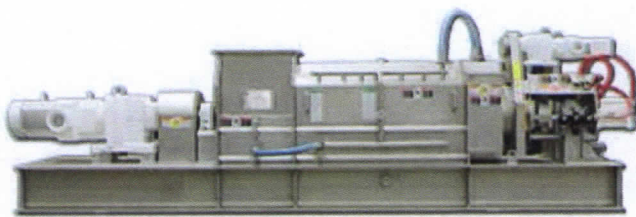
homogénea. Mediante este proceso mecánico de inducción de energía térmica y mecánica, se aplica al alimento procesado alta presión y temperatura (en el intervalo de 100-180°C), durante un breve espacio de tiempo. Como resultado, se producen una serie de cambios en la forma, estructura y composición del producto.

Debido a la intensa ruptura y mezclado estructural que provoca este proceso, se facilitan reacciones que, de otro modo, estarían limitadas por las características difusionales de los productos y reactivos implicados.<sup>16</sup>

### Característica Técnicas

<b>Código</b>	<b>EX-1</b>
<b>Modelo</b>	<b>SPH-65</b>
<b>Capacidad Instalada</b>	35KW
<b>Potencia</b>	30KW
<b>Salida (Producción)</b>	120-150kg/h
<b>Dimensiones mm</b>	24000*1800*2000

### Presna hidráulica de tornillo para el ácido algínico



La prensa de tornillo de deshidratación esta diseñada para deshidratar una amplia gama de alimentos y otros sólidos. Posee tres puntos de separación, este deshidratador de prensa de tornillo maximizará la producción y la recuperación.

La prensa de tornillo y deshidratación es una máquina específica para procesar alimentos ofreciendo:

- Gran capacidad para la deshidratación y el exprimido continuo de alimentos y productos de fibra.
- El rotor de accionamiento independiente y la sección de cono regulado proporcionan una regulación instantánea de la presión para proporcionar el esfuerzo correcto al material.
- La cesta de pantalla dividida y el diseño de pantalla de dos piezas permiten una fácil limpieza y mantenimiento<sup>17</sup>

<b>Código</b>	<b>HP-1</b>
---------------	-------------

<sup>16</sup> (Alibaba.com, 2018)

<sup>17</sup> (bepex.com, 2018)

## Calentador de la Solución de Carbonato de Sodio



Los calentadores industriales de inmersión de brida son utilizados comúnmente en muchas aplicaciones químicas, petroleras y a base de agua. Este calentador eléctrico utiliza la aplicación de calor directo al medio líquido y normalmente está conformado por una brida con varios elementos en forma de U o elementos tubulares de canutillo que se extienden desde la cara de la brida. Con frecuencia se utiliza un temporizador dentro del grupo de elementos para permitir un sondeo (bien sea un detector de temperatura o un termostato mecánico básico) para transferir las lecturas de temperaturas a un control digital que cicla y mantiene la temperatura deseada. Con frecuencia también se utiliza un sensor de límite alto para ayudar a proteger los medios líquidos del sobrecalentamiento así como también para ofrecer protección al calentador de brida.<sup>18</sup>

### Característica Técnicas<sup>19</sup>

<b>Código</b>	HX-1
<b>Potencia</b>	Depende diámetro
<b>Tensión</b>	380 V
<b>Tolerancia de potencia</b>	5%-10%
<b>Diámetro</b>	Como petición del cliente
<b>Corriente de fuga</b>	0.75ma Max
<b>Zonas frías</b>	Depende del diámetro y la longitud
<b>Temperatura</b>	700 °C

<sup>18</sup> (WATTCO, 2018)

<sup>19</sup> (Alibaba.com, 2018)

## Mezclador de Agua



Los principales componentes del tanque mezclador son: cuerpo, agitador, unidad de refrigeración y gabinete de control eléctrico. El cuerpo está hecho de acero inoxidable, con pulido de precisión, resistencia a la corrosión y fácil limpieza, siendo difícil la acumulación de suciedad. Su capa aislante se llena de poli-espuma rígida para minimizar la conductividad térmica.

Este equipo se utiliza en bebidas, alimentos, lácteos, medicamentos y en las industrias de proceso químico se utiliza como tanque de mezcla, depósito de inercia, tanque de fusión, tanque mezclador y tanque emulsionante.<sup>20</sup>

### Característica Técnicas<sup>21</sup>

<b>Código</b>	<b>M-1</b>
<b>Material</b>	Acero Inoxidable
<b>Capas</b>	1 ~ 3
<b>Potencia</b>	0.55 KW ~ 55 KW
<b>Capacidad</b>	100 L ~ 20000 L
<b>Voltaje</b>	110 V ~ 480 V
<b>Tipo de Calefacción</b>	Eléctrica / Calefacción de vapor

## Tamiz Vibratorio



<sup>20</sup> (Alibaba.com, 2018)

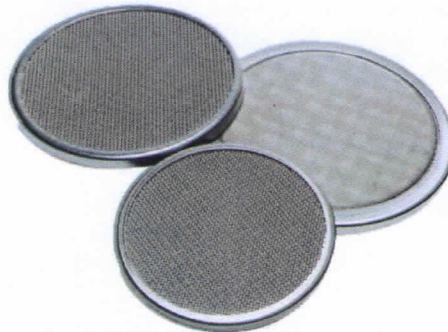
<sup>21</sup> (Alibaba.com, 2018)

Es un equipo que posee un motor vertical que vibra alrededor de su centro de gravedad. Esto le permite que separe sólidos de líquidos o segregue materiales secos de varios tamaños. Se pueden tamizar partículas tan finas como de hasta 400 mallas (37 micras), a través de sus plataformas de tamizado. No se necesita ningún piso o cimiento especial y se requiere menos espacio de trabajo. Es de un diseño simple y eficiente. Esto permite cambiar con mucha facilidad el tamiz.

### Características Técnicas <sup>22</sup>

Código	
Modelo	XF-400
Diámetro exterior (mm)	400
Tamizado área (M <sup>2</sup> )	0.09
Partícula más grande (mm)	<10
Malla	2-500
CAPA	1-5
Tiempo de vibración	1500
Potencia (kW)	0.22

### Filtro Malla



Este tipo de malla es ampliamente utilizada en el campo de industrias como el petróleo, industria química, del caucho, metalurgia, medicina y alimentos. También tiene diferentes tamaños y tiene las ventajas de la resistencia al ácido, resistencia alcalina, a las altas temperaturas, a la tracción y al desgaste.

### Características Técnicas <sup>23</sup>

Cogidos	MF-2, MF-3, MF-4, MF-5, MF-6, MF-7 <sup>a</sup> , MF-7 <sup>b</sup> , MF-7 <sup>c</sup> , MF-8	
Malla	Diámetro del alambre (mm)	Material (AISI)
12x64	0.58/0.40	304 316
24x110	0.36/0.25	304 316
14x88	0.50/0.33	304 316

<sup>22</sup> (Alibaba.com, 2018)

<sup>23</sup> (Alibaba.com, 2018)

30x150	0.18/0.14	304 316
40x200	0.14/0.11	304 316
50x250	0.10/0.071	304 316
80x700	0.06/0.05	304 316
165x800	0.071/0.040	304 316
165x1400	0.05/0.032	304 316
200x1800	0.05/0.03	304 316
325x2300	0.030/0.025	316L
400x2800	0.030/0.02	316L

## Tanque Acero inoxidable



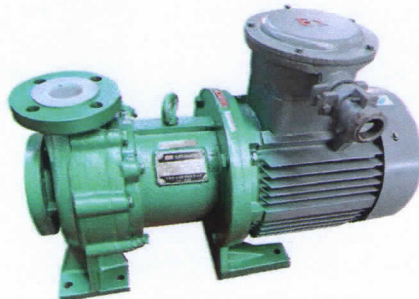
Este tanque de acero inoxidable se utiliza para todo tipo de materias primas como plásticos y alimentos de polvo o gránulos. Es completamente de acero inoxidable, libre de corrosión y fácil de limpiar. Se instala con dispositivos de control de potencia para garantizar la seguridad. El agitador Vertical puede realizar incluso mezcla para un gran volumen de materiales en tiempos cortos:

### Características Técnicas<sup>24</sup>

Códigos	ST-1 ST-2 ST-3 ST-4 ST-5a ST-5b ST-5c ST-6 T-1 T-2 T-3 T-4 T-5 T-6 T-7 T-8 T-9 T-10 T-11 T-12
Modelo	XC-JB000KG
Potencia	7,5KW
Capacidad( KG)	3000
Voltaje (V)	380
Dimensiones	2350x2130x3560
Velocidad de Rotación (rpm)	300 rpm
Peso Aproximado (KG)	1250 KG

<sup>24</sup> (Alibaba.com, 2018)

## Bombas centrífugas



Fabricadas en polipropileno o en fluoruro de polivinilideno. Las bombas equipadas con motores estándar IEC IP-54, trifásicos 220/380 V. a 2.850 r.p.m. También se pueden montar con motores monofásicos o antideflagrantes. Disponibles con sellos mecánico de silicio y de vitón en modelo.

Construidas con materiales compatibles con la mayoría de productos químicos, son muy indicadas para:

- Ácidos
- Alcalis
- Disolventes
- Líquidos corrosivos
- Sistemas de filtraje para industrias de recubrimientos y para fábricas de lejías

Con pequeñas partículas en suspensión. Rodete semiabierto.

### Características Técnicas<sup>25</sup>

<b>Código</b>	P-1→P-15; P-16/P-17
<b>Nombre del producto</b>	Buena bomba de vacío de alta calidad
<b>Material</b>	PFA, PTFE, forro FEP
<b>Estándar</b>	ISO9001: 2008, ASME/ANSI
<b>Caudal</b>	Hasta 160 m <sup>3</sup> /hr
<b>Cabezal</b>	17-62 m
<b>Tensión</b>	380 V/50Hz; 415 V/50Hz, según la tensión del país
<b>Presión máxima</b>	1.6Mpa
<b>Temperatura de trabajo</b>	-20 °C a 100 °C
<b>Certificación</b>	ISO9001: 2008, SGS
<b>Capacidad de producción</b>	29,198 sets/año, 10 línea de producción

<sup>25</sup>(Alibaba.com, Julio 2018)

## Secador de bandejas para algas



Está compuesta por un tubo cuadrado de aire fabricado con acero inoxidable. Un ventilador de flujo axial introduce el aire en el tubo a través de una protección de malla y un regulador de caudal. Es posible controlar la velocidad de este ventilador con el fin de que el aire pase por el tubo a diferentes velocidades. El aire atraviesa un elemento calentado eléctricamente con control electrónico de bucle cerrado que proporciona temperaturas estables del aire de acuerdo con el valor seleccionado por el usuario. En la sección central del tubo está ubicado el porta bandejas con el material que se va a secar. La TD - 1 se suministra con 96 bandejas de aluminio revestido ligeras aptas para usos alimentarios. Las bandejas se introducen o sacan del tubo a través de una puerta lateral con pestillo que dispone de un panel acrílico que deja ver el interior.

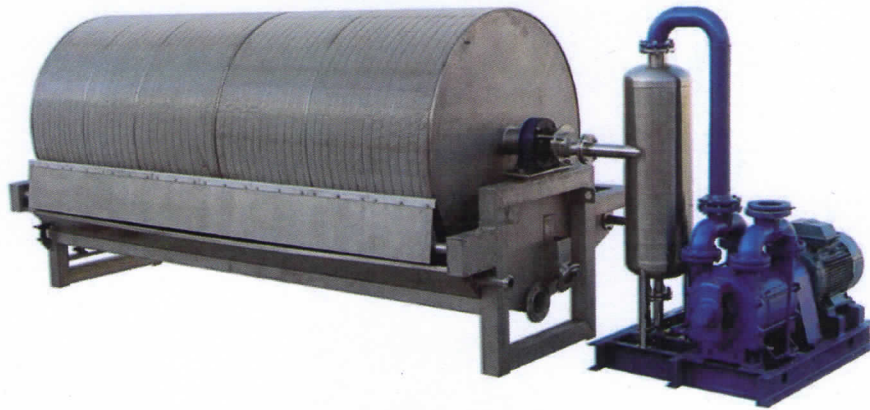
### Características Técnicas <sup>26</sup>

<b>Código</b>	TD - 1
<b>Nombre del producto</b>	Secador, Horno de secado de frutas
<b>Material</b>	SS304/SS316L
<b>Estándar</b>	ISO9001: 2008, ASME/ANSI
<b>Tensión</b>	380 Volts
<b>Potencia</b>	30 Kw
<b>Peso</b>	950 Kgs
<b>Dimensión</b>	2200*2000*2100
<b>Certificación</b>	CE, ISO 9001 Gmp
<b>Fuente de calor</b>	Vapor, electricidad, infrarrojo lejano
<b>Capacidad de producción</b>	29,198 sets/año, 10 línea de producción
<b>Cantidad de bandejas</b>	96
<b>Cantidad de carros</b>	4
<b>Capacidad</b>	30 kg-460 kg

<sup>26</sup>(Alibaba.com, 2018)



## Filtro rotatorio de vacío



La filtración es de tipo continuo gracias a un raspador con cuchillas que elimina las sustancias residuales a cada giro del tambor. En los filtros el vacío se hace uniformemente, garantizando una distribución ideal de la depresión con aumento de la producción horaria. El panel filtrante, si se da una interrupción momentánea de la energía eléctrica, permanece intacto sobre el tambor por un buen periodo de tiempo.

Se caracterizan por un tambor con circuitos separados para el aire y para el producto filtrado; por lo tanto es posible obtener un filtrado desprovisto de espuma y oxidaciones. Además el tambor, gracias a su estructura, se puede inspeccionar por dentro fácilmente y se puede limpiar perfectamente.

El vacío se forma en todo el volumen interior del tambor. El líquido filtrado es a continuación aspirado directamente del interior mediante la bomba que contiene.

### Características Técnicas<sup>27</sup>

<b>Código</b>	VF - 1
<b>Nombre del producto</b>	Filtro rotativo de vacío
<b>Área de filtrado</b>	6 m <sup>2</sup>
<b>Presión de vacío</b>	0,04 / 0,07 Mpa
<b>Capacidad producción</b>	10 ton / hr
<b>Potencia motor</b>	3,75 Kw
<b>Velocidad rotación</b>	11 rpm
<b>Peso</b>	1500 kgs
<b>Dimensiones</b>	2610 x 1598 x 1832
<b>Material</b>	SS304/SS316L

<sup>27</sup>(Alibaba.com, 2018)

## Destilador de agua



Es un purificador de agua que ha sido desarrollado con una nueva tecnología que permite su funcionamiento automático sin necesidad de un operador ni de asistencia, puede trabajar durante toda la noche. No utiliza filtros.

Es un equipo construido en acero inoxidable y único en el mercado que tiene su propio reservorio y no desperdicia agua corriente para el destilado.

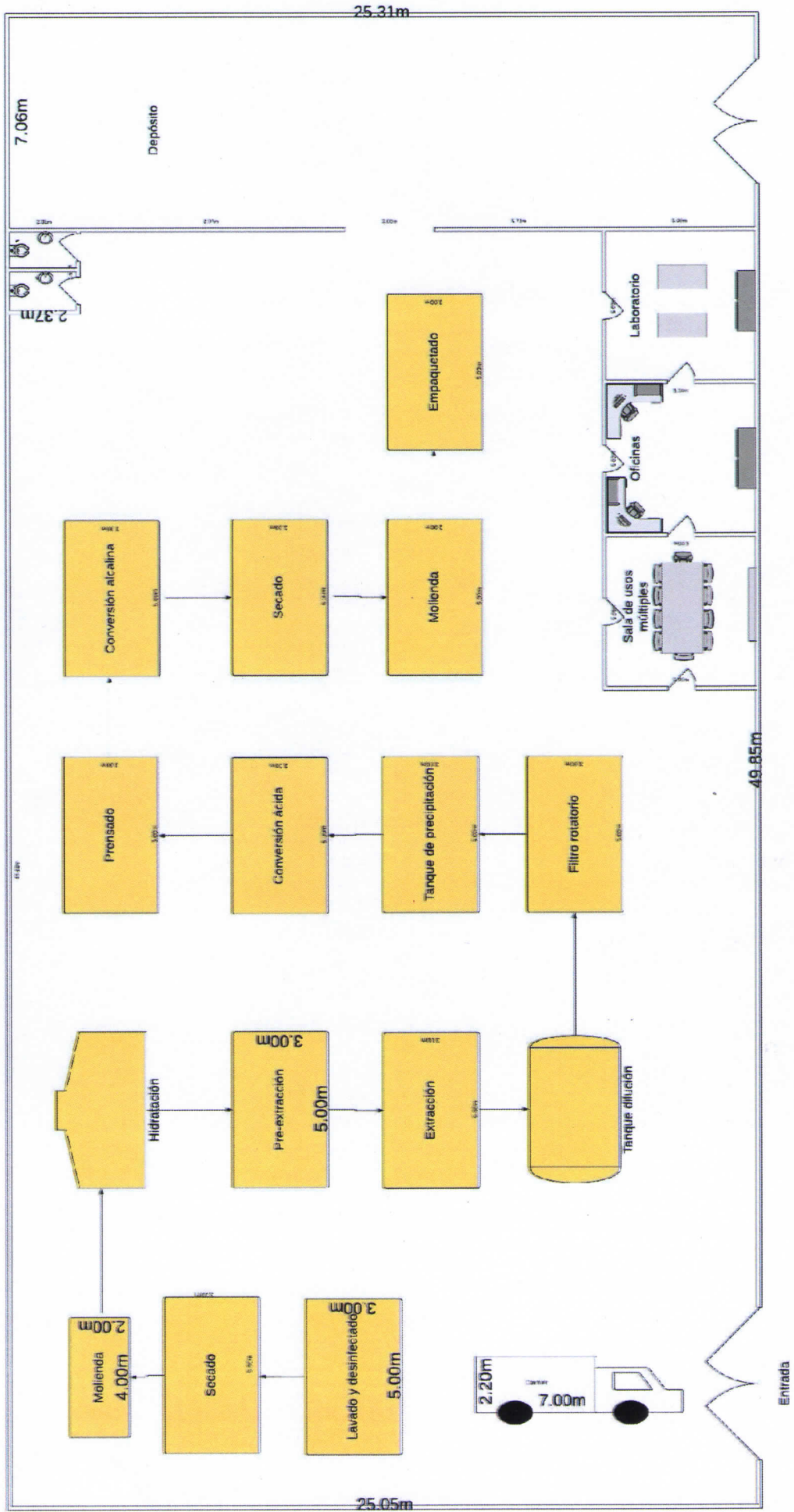
Estos destiladores de agua desarrollados en base al alambique tradicional, son 100% amigables con el medio ambiente, están disponibles de acuerdo a su capacidad de producción y de almacenamiento de agua.

### Características Técnicas <sup>28</sup>

<b>Código</b>	WD - 1
<b>Certificación</b>	ISO9001: 2008, ASME/ANSI
<b>Salida de agua</b>	3L/h
<b>Consumo de energía</b>	2.5kw
<b>Tensión de red</b>	220 V
<b>Tamaño de trabajo</b>	33X24X62 (cm)
<b>Material</b>	Acero inoxidable

<sup>28</sup>(Alibaba.com, 2018)

# Plano de Planta



## Análisis Económico Financiero



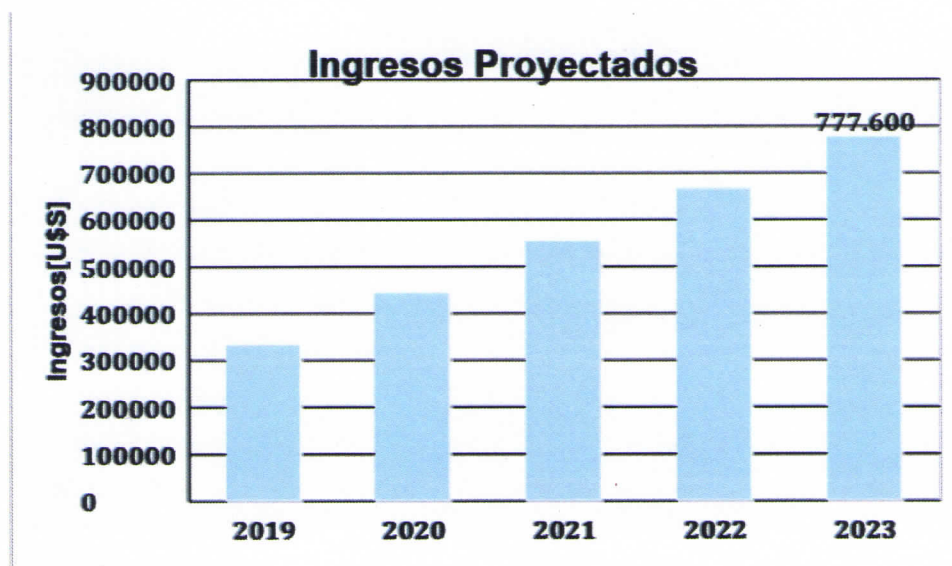
*Algas pardas denominadas Macrocystis Pyrifera*

## Ingresos Projectados

Se proyectó para el período 2019 – 2023 un aumento en la productividad del 25% por año. También se fijó el precio del kilogramo del Alginato de Sodio en U\$S 30; por lo tanto el ingreso proyectado para el período se refleja en la tabla siguiente:

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Cantidad Alginato Sodio[kg]	11.145	14.836,8	18.530,4	22.224	25.920
Ingresos[U\$S]	334.350	445.104	555.912	666.720	777.600

En el gráfico siguiente se observa la tendencia proyectada de ingresos:



## Costos y Gastos de Producción

Para la producción del alginato de sodio deben tenerse en cuenta los costos de las materias primas y de los servicios que garanticen el buen funcionamiento de la planta, así como el costo del recurso humano que va a mantener operativa la unidad de producción.

### Costos Variables

Se consideran costos variables, principalmente la materia prima, los servicios de agua y electricidad, pues a medida que aumenta la producción aumentará el consumo de la energía eléctrica y del agua, utilizados para el proceso.

### Costos Anuales de la Materia Prima

Con el fin de satisfacer la capacidad de producción de alginato de sodio de la planta (propuesto en el punto anterior de Estrategia de Comercialización), se estimarán los

costos de materia prima para todos los períodos comprendidos desde el año 2019 hasta el año 2023. A continuación se detallan:

**Tablas 15, 16, 17, 18 y 19: Costos de Materias Primas.**

**Tabla 15 Cantidad Proyectada para el Período 2019 es de 11.145 [Kg] = 11,145 [Ton]**

Materia Prima (MP)	Cantidad Requerida [Ton MP/Ton P]	Cantidad Requerida [Ton/Año]	Precio por Tonelada [Dólar/Ton]	Precio Anual [Dólar/Año]
Algas Frescas Cosechadas	15,51	173	3	519
Ácido Clorhídrico	2,67	30	1.000	29.757
Carbonato de Sodio	8,72	97	521	50.609
Hipoclorito de Sodio	0,01	0,11	2.000	223
Formaldehido	0,04	0,45	600	267
Cloruro de Calcio	1,93	22	1.106	23.783
			<b>Total</b>	<b>105.158</b>

**Tabla 16 Cantidad Proyectada para el Período 2020 es de 14.836 [Kg] = 14,836 [Ton]**

Materia Prima (MP)	Cantidad Requerida [Ton MP/Ton P]	Cantidad Requerida [Ton/Año]	Precio por Tonelada [Dólar/Ton]	Precio Anual (Dólar/Año)
Algas Frescas Cosechadas	15,51	230	3	690
Ácido Clorhídrico	2,67	40	1.000	39.614
Carbonato de Sodio	8,72	129	521	67.374
Hipoclorito de Sodio	0,01	0,15	2.000	297
Formaldehido	0,04	0,59	600	356
Cloruro de Calcio	1,93	29	1.106	31.661
			<b>Total</b>	<b>139.992</b>

**Tabla 17 Cantidad Proyectada para el Período 2021 es de 18.5304 [Kg] = 18,53 [Ton]**

Materia Prima (MP)	Cantidad Requerida [Ton MP/Ton P]	Cantidad Requerida [Ton/Año]	Precio por Tonelada [Dólar/Ton]	Precio Anual [Dólar/Año]
Algas Frescas Cosechadas	15,51	287	3	862
Ácido Clorhídrico	2,67	49	1.000	49.476
Carbonato de Sodio	8,72	162	521	84.146
Hipoclorito de Sodio	0,01	0,19	2.000	371
Formaldehido	0,04	0,74	600	445
Cloruro de Calcio	1,93	35,8	1.106	39.542
			<b>Total</b>	<b>174.842</b>

**Tabla 18 Cantidad Proyectada para el Período 2022 es de 22.224 [Kg] = 22,224 [Ton]**

Materia Prima (MP)	Cantidad Requerida [Ton MP/Ton P]	Cantidad Requerida [Ton/Año]	Precio por Tonelada [Dólar/Ton]	Precio Anual [Dólar/Año]
Algas Frescas Cosechadas	15,51	345	3	1.034
Ácido Clorhídrico	2,67	59	1.000	59.338
Carbonato de Sodio	8,72	194	521	100.919
Hipoclorito de Sodio	0,01	0,22	2.000	444
Formaldehido	0,04	0,89	600	533
Cloruro de Calcio	1,93	43	1.106	47.424
			<b>Total</b>	<b>209.693</b>

**Tabla 19 Cantidad Proyectada para el Período 2023 es de 25.920 [Kg] = 25,92 [Ton]**

Materia Prima (MP)	Cantidad Requerida	Cantidad Requerida	Precio por Tonelada	Precio Anual [Dólar/Año]

	[Ton MP/Ton P]	[Ton/Año]	[Dólar/Ton]	
<b>Algas Frescas Cosechadas</b>	15,51	402	3	1.206
<b>Ácido Clorhídrico</b>	2,67	69	1.000	69.206
<b>Carbonato de Sodio</b>	8,72	226	521	117.702
<b>Hipoclorito de Sodio</b>	0,01	0,26	2.000	518
<b>Formaldehído</b>	0,04	1,04	600	622
<b>Cloruro de Calcio</b>	1,93	50	1.106	55.311
			<b>Total</b>	<b>244.566</b>

## Costos anuales por Agua

Si bien el agua se podría tomar como un costo variable debido a que depende de la producción de alginato, se tomará como un consumo fijo. Es usada para el mantenimiento de equipos, maquinarias y de sanitarios, estimado en unos **3000 m<sup>3</sup>** por año. Como se mencionó anteriormente, el consumo de agua para producir alginato de sodio es de **1000 m<sup>3</sup>[Ton MP/Ton P]** (*expuesto en el punto Conclusiones del apartado Proceso Productivo*). También, se toma la tarifa del impuesto de agua del Municipio de Río Grande de **1 [Dólar/m<sup>3</sup>]** (*dato brindado por la Dirección de Castro dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios Públicos*).

## Costos anuales por Electricidad

El abastecimiento de energía eléctrica queda a cargo de la Cooperativa Eléctrica de Río Grande.

Las tarifas estipuladas para el sector de Industrias, Comercios y Áreas comunes de Inmuebles se enumeran a continuación:

Teniendo en cuenta que la planta demandará un consumo no mayor a 10 KVA, el cargo por demanda es 67,7 Dólar/KVA. El cargo por energía es **3,38 Dólar/Kwh**. La corriente es alterna de 50 Hz, en baja tensión.

A sabiendas de que el proceso se efectúa en baja tensión se puede estimar que en promedio una persona consumirá en la planta **27Dólar/Kwh** por mes, alrededor de unos **324Dólares/Kwh** por año (*datos brindados por el área técnica de la cooperativa eléctrica*).

## Costos fijos

Se consideran en este punto los costos por servicios, los costos del recurso humano, es decir, los salarios anuales de los empleados y los costos administrativos. Además, los costos estimados de mantenimiento de los equipos y las maquinarias.

## Costos por servicios

### Tablas. Costo por Servicios

Tabla: 20		Período 2019
Servicios	Costo Anual [Dólar/Año]	
Agua	14.145	
Electricidad	2.916	
<b>Total [U\$S]</b>	<b>17.061</b>	

Tabla: 21		Período 2020
Servicios	Costo Anual [Dólar/Año]	
Agua	17.837	
Electricidad	2.916	
<b>Total [U\$S]</b>	<b>20.753</b>	

Tabla: 22		Período 2021
Servicios	Costo Anual [Dólar/Año]	
Agua	21.530	
Electricidad	4.860	
<b>Total [U\$S]</b>	<b>26.390</b>	

Tabla: 23		Período 2022
Servicios	Costo Anual [Dólar/Año]	
Agua	25.224	
Electricidad	5.832	
<b>Total [U\$S]</b>	<b>31.056</b>	

Tabla: 24		Período 2023
Servicios	Costo Anual [Dólar/Año]	
Agua	28.920	
Electricidad	6.804	
<b>Total [U\$S]</b>	<b>35.724</b>	

## Costos por sueldos y salarios

A continuación se presenta una tabla con el personal requerido para las operaciones de la empresa con sus respectivos salarios para todos los períodos comprendidos entre los años 2019 y 2023.

### Tabla Salarios del Personal por cargo

Tabla	Período 2019			
	Cargo	Cantidad	Salario Mensual [Dólar/Mes]	Salario Anual [Dólar/Año]
	Ingeniero de Planta	1	2.000	24.000
	Administrativo	1	1.100	13.200
	Técnico de Maquinaria	2	1.100	26.400
	Representante de Ventas	1	750	9.000
	Personal de Limpieza	1	750	9.000



Transportista	1	570	6.840
<b>Totales</b>	<b>7</b>	<b>6.270</b>	<b>88.440</b>

Tabla Período 2020			
Cargo	Cantidad	Salario Mensual [Dólar/Mes]	Salario Anual [Dólar/Año]
Ingeniero de Planta	1	2.000	24.000
Administrativo	1	1.100	13.200
Técnico de Maquinaria	4	1.100	52.800
Representante de Ventas	1	750	9.000
Personal de Limpieza	1	750	9.000
Transportista	1	570	6.840
<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>6.270</b>	<b>114.840</b>

Tabla Período 2021			
Cargo	Cantidad	Salario Mensual [Dólar/Mes]	Salario Anual [Dólar/Año]
Ingeniero de Planta	1	2.000	24.000
Administrativo	2	1.100	26.400
Técnico de Maquinaria	6	1.100	79.200
Representante de Ventas	2	750	18.000
Personal de Limpieza	2	750	18.000
Transportista	2	570	13.680
<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>6.270</b>	<b>179.280</b>

Tabla Período 2022			
Cargo	Cantidad	Salario Mensual [Dólar/Mes]	Salario Anual [Dólar/Año]
Ingeniero de Planta	1	2.000	24.000
Administrativo	2	1.100	26.400
Técnico de Maquinaria	8	1.100	105.600
Representante de Ventas	3	750	27.000
Personal de Limpieza	2	750	18.000
Transportista	2	570	13.680
<b>Totales</b>	<b>18</b>	<b>6.270</b>	<b>214.680</b>

Tabla Período 2023			
Cargo	Cantidad	Salario Mensual [Dólar/Mes]	Salario Anual [Dólar/Año]
Ingeniero de Planta	1	2.000	24.000
Administrativo	2	1.100	26.400
Técnico de Maquinaria	10	1.100	132.000
Representante de Ventas	3	750	27.000
Personal de Limpieza	2	750	18.000
Transportista	3	570	20.520
<b>Totales</b>	<b>21</b>	<b>6.270</b>	<b>247.920</b>

## Costos administrativos

Estos incluyen:

Por un lado, la parte publicitaria que se le va a dar al producto, ya que se trata de un producto utilizado como materia prima. Entonces, cabe destacar, que se utilizarán los siguientes tipos de publicidad: redes sociales, radio, televisión, eventos, carpetas y folletos para ser entregados a las distintas empresas que requieran el producto.

Por otra parte, los gastos por reuniones, teléfonos y otras comunicaciones.

El costo estimado para estos gastos será de **10.000 [Dólar/Año]**.

## Costo del terreno y obras

Consultando precios de inmuebles y terrenos en el mercado local de la Ciudad de Río Grande, un terreno ubicado en el parque industrial cuesta unos **90 dólares el m<sup>2</sup>**, y el costo de construcción unos **190 dólares el m<sup>2</sup>** aproximadamente.

De acuerdo a la cantidad de equipos y al tamaño que estos ocupan (*expuesto en el punto de localización de planta*), una estructura de 1.250 m<sup>2</sup> de construcción es más que adecuada para edificar la planta de extracción de alginato de sodio. Esto indica que un terreno de 1500 m<sup>2</sup> de superficie, sería adecuado con el fin de disponer espacios adicionales para inventario y almacenamiento, estacionamientos para los vehículos y estructuras afines, que se resumen en 250 m<sup>2</sup> más de construcción. Esto implica que las cifras manejadas serán las que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla Costo de Inmueble			
Inmueble	Precio [Dólar/m <sup>2</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	Precio [Dólar]
Terreno	90	1.500	135.000
Infraestructura	190	1.250	237.500
<b>Totales</b>			<b>372.500</b>

La depreciación de las obras físicas se estimará por el método lineal de 50 años sobre el valor inicial de las mismas. Al final del horizonte económico, se espera que el terreno haya aumentado su valor en un 20%.

## Costo de maquinarias y equipos

Para estimar el costo de los equipos se tiene en consideración que:

- Los precios FOB se obtuvieron de portales electrónicos como *alibaba.com*, *aliexpress.com* y *bepex.com* de acuerdo a los materiales de construcción y a las dimensiones o capacidades de trabajo estimadas.
- Para equipos de menor tamaño, como filtros y bombas, el flete de transporte se estima como el 10% de su valor FOB.

A continuación se muestra una tabla con los costos de los equipos expresando los precios en valor FOB Dólar.

Tabla Costos de los equipos		
Código	Equipo	Precio FOB [Dólar]
CM-1	Molino de Cuchillas	3.000

CM-2	Molino de Martillos	3.000
EX-1	Extrusor de Alginato de Sodio	4.000
HP-1	Prensa Hidráulica de Tornillo para Ácido Algínico	3.000
HP-2	Prensa Hidráulica de Tornillo para Alginato de Sodio	3.000
HX-1	Calentador de la Solución de Carbonato de Sodio	1.000
HX-2	Calentador de Agua	2.000
M-1	Mezclador agua-alginato	1.300
MF-1	Tamiz vibratorio	3.000
MF-2	Filtro malla para T-1	300
MF-3	Filtro malla para ST-1	150
MF-4	Filtro malla para ST-2	150
MF-5	Filtro malla para ST-3	150
MF-6	Filtro malla para ST-4	150
MF-7a	Filtro malla para ST-5a	150
MF-7b	Filtro malla para ST-5b	150
MF-7c	Filtro malla para ST-5c	150
MF-8	Filtro malla para ST-6	150
P-1→P-15	Bombas Centrifugas (15 unidades)	900
P-16/P-17	Bombas para ácido clorhídrico (2 unidades)	500
PK-1	Empaquetadora	5.000
ST-1	Tanque pre- extracción ácida	8.700
ST-2	Tanque extracción alcalina	4.100
ST-3	Tanque precipitación CaCl <sub>2</sub>	3.000
ST-4	Tanque de blanqueamiento	750
ST-5a	Tanque de extracción ácida para alginato de calcio	8.700
ST-5b	Tanque de extracción ácida para alginato de calcio	5.100
ST-5c	Tanque de extracción ácida para alginato de calcio	5.100
ST-6	Tanque para la extracción alcalina purificada	750
T-1	Tanque de hidratación con formaldehído	2.500
T-2	Tanque de dilución del formaldehído	2.500
T-3	Tanque para la recuperación del formaldehído	2.500
T-4	Tanque de dilución del HCl	2.600
T-5	Tanque de recuperación de sales de cloro	2.600
T-6	Tanque de dilución Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.900
T-7	Tanque de recuperación del carbonato de sodio	2.000
T-8	Tanque de dilución CaCl <sub>2</sub>	900
T-9	Tanque dilución NaClO	50
T-10	Tanque de recuperación del hipoclorito de sodio	900
T-11	Tanque recuperación de HCl	2.100
T-12	Tanques de agua destilada (2 unidades)	6.700
TD-1	Secador de bandejas para las algas frescas	2.500
TD-2	Secador de cinta transportadora para alginato de sodio	10.000
VF-1	Filtro rotatorio de vacío	5.000
WD-1	Destilador de agua industrial	10.000
<b>Total</b>		<b>122.150</b>

Es importante resaltar que los costos del equipamiento para laboratorio asumen la cifra de **Dólares 10.000** (expuesto en el punto Control de Calidad del apartado Proceso Productivo). Debido a esto el costo total de los Equipos asciende a **Dólares 132.150**

La depreciación para equipos también se estima por el método lineal, tomando en cuenta que todos poseen una vida útil cercana a los 10 años.

En cuanto a la maquinaria utilizada, es imprescindible, al menos un camión (tipo Volkswagen Delivery) para el transporte de las algas desde su punto de

extracción, en la costa, hasta la fabrica, y otro camión para el transporte del producto terminado hacia sus destinos de comercialización (*tipo Mitsubishi Fuso*). Los precios se estiman en función a vehículos del año 2018.

Tabla Costo de Maquinaria / Rodados		
Vehículo	Modelo	Precio [Dólar]
Camión	Volkswagen Delivery 9170	25.000
Camión	Mitsubishi Fuso	20.000
Barco	Cosechadora	10.500
<b>Total</b>		<b>55.500</b>

La depreciación de los Rodados se estimará por el método lineal de 5 años sobre el valor inicial de los mismos.

### Capital de trabajo

El capital de trabajo incluye los costos administrativos y de ventas, como los costos de producción fijos y variables que debe cubrir la empresa en los primeros 6 meses de trabajo. Se asume que en este lapso de tiempo la empresa no ha de generar beneficios y por ende todos los gastos deben preverse para garantizar el buen funcionamiento de la planta.

Gastos desembolsables	Costos Anuales[Dólar]
<b>Costos Fijos</b>	
Servicios	17.061
Sueldos y Salarios	88.440
<b>Costos Variables</b>	
Materia Prima	105.158
<b>Costos Administrativos</b>	10.000
<b>Capital de Trabajo</b>	<b>220.659</b>

### Inversión inicial

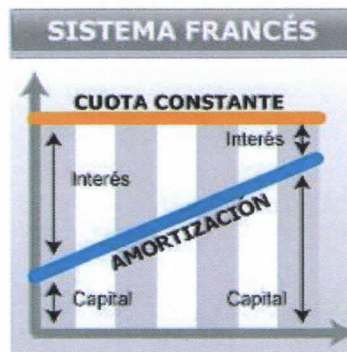
El monto de inversión inicial para el establecimiento de la planta productora de alginato de sodio, está compuesto por la suma del **capital de trabajo** y los **costos del terreno**, las obras de **infraestructura**, los **equipos de la planta** y la **maquinaria de transporte**.

Factores	Dólares
<b>Costo del Terreno e Infraestructura</b>	372.500
<b>Costo de Equipos de planta</b>	132.150
<b>Costo de Vehículos</b>	55.500
<b>Capital de Trabajo</b>	220.659
<b>Inversión Inicial</b>	<b>780.808</b>

Para financiar el proyecto se solicitará un préstamo del 50% de la inversión inicial una entidad crediticia (Banco Tierra del Fuego, Banco Nación o Banco Santander Río de Río Grande), los cuales poseen en promedio una tasa de interés anual del **12%** para créditos de inversión inicial. El monto requerido será de **Dólares 390.404**, en un sistema de amortización francés, el cual se cancelará en un periodo de 10 años.

Se pretende, luego de los primeros 4 años, adelantar el pago de cuotas, logrando que disminuyan los pagos por intereses y permitiendo, de esta manera, por otro lado, que a medida que se avance en el pago de las cuotas, el monto adeudado sea cada vez menor y que el préstamo se cancele antes del plazo establecido.

Esto se explica en el siguiente gráfico:



Los montos están expresados en [Dólares]

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saldo	390404	368158	343241	315335	284079	249073	209867	165956	116775	61692	0
Amortiza		22247	24916	27906	31255	35006	39207	43911	49181	55082	61692
Interés	12%	46849	44179	41189	37840	34090	29889	25184	19915	14013	7403
Cuota		69095	69095	69095	69095	69095	69095	69095	69095	69095	69095

## Flujo de Caja del Proyecto

Los montos están expresados en [Dólares]

Años	0	1	2	3	4	5	
Ingresos			334.350	445.104	555.912	666.720	777.600
Servicios			-17.061	-20.753	-26.390	-31.056	-35.724
Sueldos y salarios			-88440	-114840	-179280	-214680	-247920
Costos administrativos			-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Materia prima			-105.158	-139.992	-174.842	-209.693	-244.566
Egresos			-220.659	-285.584	-390.513	-465.429	-538.210
EBITDA			113.691	159.520	165.399	201.291	239.390
D. Obras Físicas	372.500		-7450	-7450	-7450	-7450	-7450
D. Máquinas y Equipos		132.650	-13265	-13265	-13265	-13265	-13265
D. Rodados	45.000		-9000	-9000	-9000	-9000	-9000
Subtotal			-29715	-29715	-29715	-29715	-29715
EBIT			83.976	129.805	135.684	171.576	209.675
A. Obras Físicas			7.450	7.450	7.450	7.450	7.450
A. Máquinas y Equipos			13.265	13.265	13.265	13.265	13.265

<b>Equipos</b>						
<b>A. Rodados</b>		9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
<b>Subtotal</b>		29.715	29.715	29.715	29.715	29.715
<b>FFo</b>	<b>-385.404</b>	<b>113.691</b>	<b>159.520</b>	<b>165.399</b>	<b>201.291</b>	<b>239.390</b>
<b>Saldo</b>	385.404	363.443	338.845	311.296	280.441	245.884
<b>Amortiza</b>		21.962	24.597	27.549	30.855	34.558
<b>Interés</b>	12%	46.249	43.613	40.661	37.356	33.653
<b>Cuota</b>		68.210	68.210	68.210	68.210	68.210
<b>FFNe</b>	<b>-385.404</b>	<b>44.596</b>	<b>90.424</b>	<b>96.304</b>	<b>132.195</b>	<b>170.294</b>

<b>VANo [Dólares]</b>	<b>\$ 21.573</b>
<b>TIRo</b>	<b>10,14%</b>

Como se puede observar los datos obtenidos en el VANo y la TIR son muy satisfactorios para la proyección de un horizonte económico de 5 años a una tasa interna de retorno de un **10,14%** anual. Teniendo en cuenta que dicha proyección tiene un financiamiento del **50%** de la inversión, esto podría atraer la atención de potenciales inversionistas porque, a pesar de la inflación del país, se obtendrían provechosas ganancias.

## **Conclusión**

A pesar de que en la actualidad existe la tecnología para la producción de alginatos, esta industria no se ha desarrollado, por lo cual, se considera que están relacionados algunos factores, como el desconocimiento de los costos de instalación e implementación de este tipo de planta.

Así mismo, los costos de venta de los alginatos se han incrementado recientemente. Por ejemplo, el alginato de sodio se vende en promedio a 31,7 U\$D por kilo, por lo que si se produjera en Río Grande, la venta dejaría un margen de ganancia moderado (de unos 15 U\$D por kilo). Quizás, en un principio, la barrera a sortear sea concientizar a los inversionistas de que esta es una industria rentable.

Concluyendo, en Argentina existe la tecnología para la producción de alginatos y se encuentra disponible para su uso de manera gratuita, ya que las bases científicas del proceso han sido publicadas en beneficio de la comunidad internacional. La siguiente etapa que se debe abordar es la del diseño industrial.

## Bibliografía

- Alibaba.com. (01 de Julio de 2018). *Tanque de Acero Inoxidable*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-vertical-tank-mixers-60054955645.html?spm=a2700.8698675.29.33.6ce71651uX2kJF&s=p>
- Alibaba.com. (01 de Julio de 2018). *Filtro Malla*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-filter-wire-mesh-factory--1217478866.html?spm=a2700.8698675.29.56.b7c414f2axlTyd>
- AliExpress. (01 de Julio de 2018). *Molino de Martillos*. Obtenido de AliExpress: <https://es.aliexpress.com/item/Amoladora-seco-secos-semillas-de-mostaza-moringa-hoja-rectificadora/32871115076.html?spm=a219c.12010108.1000023.13.39217b9atBh9CH>
- Alibaba.com. (01 de Julio de 2018). *Tamiz Vibrador*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/baisheng-304-stainless-steel-shaker-screen-food-circular-vibrating-screen-for-milk-60686337029.html?spm=a2700.8698675.29.1.48867ecdbK89LZ&s=p>
- WATTCO. (1 de Julio de 2018). *Calentadores de Brida*. Obtenido de wattco.com: [https://www.wattco.com/es/product\\_category/calentadores-de-bridas/](https://www.wattco.com/es/product_category/calentadores-de-bridas/)
- Alibaba.com. (01 de Julio de 2018). *Tanque Mezclador Industrial*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-water-tank-1000-liter-industrial-tank-mixers-floating-roof-tank-60613832789.html>
- Alibaba.com. (1 de Julio de 2018). *Calentador de Agua Industrial*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Tanque-de-agua-industriales-calentador-de-inmersi%C3%B3n-el%C3%A9ctrico-calentador-bridas-300013323063.html?spm=a2700.8698675.30.86.763b497fRCUJlh>
- Alibaba.com. (01 de Julio de 2018). *Extrusor de Tornillo de Alimentos*. Obtenido de Alibaba.com: [https://www.alibaba.com/product-detail/Extrusor-De-Tornillo-Doble-Alimentos-Para\\_812612344.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.182140b5cjfPdU](https://www.alibaba.com/product-detail/Extrusor-De-Tornillo-Doble-Alimentos-Para_812612344.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.182140b5cjfPdU)
- bepex.com. (1 de Julio de 2018). *S-Press*. Obtenido de bepex.com: <https://www.bepex.com/equipment/s-press/>
- Centro Interdisciplinario Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional México. (1 de Mayo de 2011). *Ingeniería, Investigación y Tecnología*. Obtenido de SciELO: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432012000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432012000200003)
- Enciclopedia Libre Wikipedia. (18 de Junio de 2018). *Economía de Japón*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa\\_de\\_Jap%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_Jap%C3%B3n)  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa\\_de\\_Jap%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_Jap%C3%B3n)
- Enciclopedia Libre Wikipedia. (24 de Mayo de 2018). *Economía de Francia*. Obtenido de Enciclopedia Libre Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa\\_de\\_Francia#Exportaciones](https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_Francia#Exportaciones)
- Centro de Comercio Internacional. (2014). *ITC by Country Report China*. Centro de Comercio Internacional. ITC.
- *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* (01 de enero de 2017). Recuperado el 28 de mayo de 2018, de OBS Business School: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>



- Fundación Wikipedia Inc. (25 de mayo de 2018). *es.wikipedia.org*. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de Diagrama de Gantt: [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Gantt](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Gantt)
- Fundación Wikipedia Inc. (7 de febrero de 2014). *es.wikipedia.org*. Recuperado el 12 de octubre de 2016, de Código Abierto: [https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_abierto](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_abierto)
- E., Monterroso. (2000). *El Proceso Logístico y Gestión de la Cadena de Abastecimiento*.
- Organización Internacional del Trabajo. (1996). *Organización Internacional del Trabajo*. (Ginebra, Ed.) Ginebra.
- Organización Internacional del Trabajo. (1996). *Organización Internacional del Trabajo*. Ginebra: Ginebra.
- Toyota. (s.f.). *Lean Solutions*. Obtenido de Metodología de las 5S: <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>
- Luna Daniel R. Piezzotta F. (01 de marzo de 2017). *Historia clínica electrónica*. Recuperado el 01 de mayo de 2017, de Ministerio de Salud Presidencia de la Nación: <http://www.salud.gob.ar/dels/entradas/historia-clinica-electronica>
- Municipalidad de Río Grande. (01 de 01 de 2010). *Municipio de RG*. Recuperado el 01 de 01 de 2016, de Centro de Atención Comunitaria: <https://ww2.riogrande.gob.ar/centro-de-atencion-comunitaria-cac/>
- Paiva, R., & Vilches, P. (2012). *Estudio de Factibilidad Producción de Alginato de Sodio a partir de Algas Pardas Sargassum Vulgare*. Tesis Final, Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos y Sistemas, Sartenejas.
- Chase, R. R. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro*. México: McGRAW-HILL.
- Chase, R. R. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro*. México: McGRAW-HILL.
- Chase, R. R. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro*. México: McGRAW-HILL.

## ANEXO 1: Legislación

### Legislación Nacional

*Natalia Jakubowski, Licenciada en Alimentos y trabajadora en el Instituto Nacional de Alimentos INAL fue entrevistada en un programa de radio y habló de ciertas entidades reguladoras importantes.<sup>29</sup>*

“La ANMAT, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica es un organismo descentralizado de la Administración Pública nacional dependiente del Ministerio de Salud y colabora en la protección de la salud humana asegurando la calidad de los productos de su competencia, como los medicamentos, los alimentos, los productos médicos, los reactivos de diagnóstico, cosméticos, entre otros. Y dentro del ANMAT se encuentra el INAL, Instituto Nacional de Alimentos.

El Código Alimentario Argentino es una ley antigua que regula todos los alimentos que se elaboren en Argentina como así también los alimentos que se importan al país. No sólo regula a los productos en sí, sino también a los establecimientos donde se elaboran distintos tipos de alimentos. Por ejemplo el artículo 18 habla de las condiciones que debe cumplir un establecimiento que tiene una actividad relacionada con la elaboración, fraccionamiento y almacenamiento de alimentos mediante el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura.

[...] Es muy importante que el alimento se encuentre en el Código Alimentario Argentino porque lo que hace es brindarle un marco legal para que se facilite su inclusión en el mercado, entonces se pueden registrar los que son directos para el consumo del consumidor con el rotulado específico que tiene que tener, con las características que esos productos tienen, en qué condiciones se tienen que elaborar, entonces se dice que le da un marco al producto”.

La Ley 18.284 establece la vigencia del **Código Alimentario Argentino (CAA)** en todo el territorio de la República Argentina.

Según lo establecido en el CAA es necesario que los establecimientos productores, elaboradores y fraccionadores realicen, previo al inicio de sus actividades, los trámites de inscripción y autorización ante la autoridad sanitaria jurisdiccional competente.

Cuando la autoridad sanitaria autoriza/aprueba el establecimiento, otorga un número de Registro Nacional llamado **Registro Nacional de Establecimientos (RNE)**.

Cuando la autoridad sanitaria autoriza/aprueba un producto, otorga un número de Registro Nacional llamado **Registro Nacional de Productos Alimenticios (RNPA)**.

El alginato de sodio es un aditivo alimenticio que integra la Lista Positiva de Aditivos Alimentarios del Código Alimentario Argentino. La Lista está conformada por 173 aditivos alimenticios que figuran en el **artículo 1398 del CAA**. Allí queda definido que los aditivos no contendrán más de 3 mg/kg de arsénico, como As; de 10 mg/kg de plomo, como Pb; y de 40 mg/kg de metales pesados como Pb, salvo indicación

---

<sup>29</sup><https://www.youtube.com/watch?v=K8mNkkgFv8> Natalia Jakubowski, Licenciada en Alimentos, Directora de Evaluación y Registro de Alimentos del INAL

particular diferente. En general, se recomienda que no contenga más de 50 mg/kg de hierro y cobre globalmente. Y, puntualmente, para el alginato de sodio marca lo siguiente:

**SODIO ALGINATO: Polimanuronato de sodio.**

Fórmula empírica: (NaC<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>)

Peso molecular: 32.000 a 250.000

Características: Filamentos, en granos finos o gruesos; y en polvo; incoloro o ligeramente amarillo; de sabor y olor característicos.

Título, mín: 98% (NaC<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>)n sobre producto seco.

Valor de pH de solución acuosa al 1%: 6,0-8,0.

Pérdida por desecación: no más de 20,0% a 105°C Cenizas sulfatadas: 30,0 a 35,9% sobre producto seco

Sustancias insolubles en agua: no más de 1,0% sobre producto seco.

Plomo, como Pb: no más de 15 mg/kg.

Agente espesante y estabilizador

FAO/OMS

El alginato de sodio es un aditivo alimenticio que tiene una numeración **INS 401**. INS, por **International Numbering System for Food Additives**. Los aditivos sólo pueden ser agregados a los alimentos que específicamente se indican en el Código Alimentario Argentino y, únicamente los autorizados, listados en el mismo.<sup>30</sup>

**RESOLUCIÓN GMC N° 11/06 Incorporada por Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 38/2007 y N° 74/2007**

Art. 1 - Aprobar el Reglamento Técnico MERCOSUR sobre "Lista General Armonizada de Aditivos Alimentarios y sus Clases Funcionales", que figura como Anexo y forma parte de la presente Resolución:

**ANEXO**

N° INS	Nombre del Aditivo Alimentario (Español)	Funciones
401	Sodio alginato	ESP: espesante EST: estabilizante AGC: agente de masa EMU: emulsificante o emulsionante GEL: gelificante

**RESOLUCIÓN GMC N° 083/93 Incorporada por Resolución MSyAS N° 003 del 11.01.95**

Art 1°.- Aprobar las definiciones de funciones de Aditivos Alimentarios que figuran como Anexo a la presente Resolución:

**ESPESANTE.-** Son sustancias que aumentan la viscosidad de un alimento.

**GELIFICANTE.-** Son sustancias que dan textura a través de la formación de un gel.

**ESTABILIZANTE.-** Son sustancias que hacen posible el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias inmiscibles en un alimento.

**EMULSIONANTE / EMULSIFICANTE.-** Son sustancias que hacen posible la formación o mantenimiento de una mezcla uniforme de dos o más fases inmiscibles en el alimento.

<sup>30</sup> <http://www.anmat.gov.ar/consumidores/alimentos/aditivos.pdf>

**RESOLUCIÓN GMC N° 107/94 (Incorporada por MSyAS 184/95)**

AGENTE DE MASA (AGENTE DE CORPO)- Sustancias que proporcionan aumento del volumen y/o de la masa de los alimentos sin contribuir significativamente al valor energético del alimento.

**Artículo 878 del CAA:** con la denominación de Algas, se entienden los tejidos celulares frescos o secos de las plantas marinas, constituidos por células redondeadas o cilíndricas semejantes entre sí, que se reúnen para formar tejidos como los parenquimatosos. Las algas comestibles son únicamente las macroscópicas y en particular las variedades de Porphira, Rodophytas, Laminaria, Fucus, Macrocystis, Chondrus, Gracilaria, Clopterix, etc. Las que se expendan desecadas no deberán tener un contenido acuoso superior al 15%.<sup>31</sup>

**Legislación provincial**

Existe una ley que regula la explotación de las algas marinas específicamente para la provincia de Santa Cruz. Es la ley 3273, publicada en el B.O. en el año 2012.

La autoridad de aplicación de la ley es el Ministerio de la Producción a través de la Subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias. Esta subsecretaría otorga permisos para la recolección de algas; son arancelados y dura 1 año. Si la recolección e industrialización se ajustan a la ley éstas quedan exentas del pago de cualquier tasa, derecho o impuesto provincial como marca el artículo 16.

No obstante, el artículo 17 muestra la siguiente relación de valores a tener en cuenta:

- a) Tasa por guía de tránsito: no podrá superar el cinco por ciento (5%) del valor del permiso por tonelada o fracción de alga seca;
- b) Tasa Fija Anual: Será el equivalente de dos mil kilogramos (2000 Kg) de algas secadas anuales puestas sobre camión en lugar de origen;
- c) Tasa Variable de Explotación: Será el equivalente a un tres por ciento (3%) del valor indicado para la tasa anual, que debe abonarse por cada mil kilogramos (1000 Kg.) de algas secadas, transportadas en los descargos que corresponda.-

**Legislación internacional**

El alginato sódico es un ingrediente alimenticio aprobado por el CAA y por la legislación de otros reconocidos países como Polonia, Estados Unidos, Países Bajos, Francia, China y México:

- Legislación Mexicana:
  - COFEPRIS: Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias.

<sup>31</sup>[http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo\\_XI.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo_XI.pdf) diapositiva 10 de 69

- Legislación de los Estados Unidos de Norteamérica:
  - FDA Code of Federal Regulations, Title 21, Part 184: Direct food substances affirmed as generally recognized as safe (GRAS), Sec.184.1724 Sodium alginate.
  - Codificación asignada por la Sociedad Americana de Química: CAS 9005-38-3, [www.cas.org](http://www.cas.org)
- Legislación de la Comunidad Europea:
  - Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives.
  - Codificación en el etiquetado de la Comunidad Europea: E401.
- Codificación por parte del Codex Alimentarius (FAO): Número SIN o número INS 401